Comune di Udine
Museo Friulano di Storia Naturale

Le Alpi Carniche: uno scrigno geologico

Die Karnischen Alpen ein geologisches Schatzkästchen

Le Alpi Carniche: uno scrigno geologico
Die Karnischen Alpen - ein geologisches Schatzkästchen

Iniziativa realizzata nell'ambito dello Small Project *Living Stones – lezioni transfrontaliere sulla geologia nelle Alpi Carniche* finanziato con fondi Interreg IV Italia-Austria 2007-2013

Gemeinschaftsinitiative Interreg IV
Italien-Österreich 2007-2013, Small Project Fund
Projekt Living Stones – Grenzübergreifendes geologisches Outdoor- Schulklassen in den Karnischen Alpen

Museo Geologico
della Carnia

Comunità Montana
della Carnia

Comune di Udine
Museo Friulano
di Storia Naturale

Comunità Montana
Comelico-Sappada

Geoparck
Karnische Alpen

Testi / *Texte*
Giuseppe Muscio (pp. 7-10, 124-130)
Gerlinde Ortner (pp. 154-155)
Hans Peter Schönlaub (pp. 139-149)
Corrado Venturini (pp. 11-123)
Roberto Zucchini (pp. 131-137)

Foto / *Bildnachweis*
Alberto Bianzan 37, 38, 46
Adalberto D'Andrea 2, 12, 18, 30, 35, 44, 51, 54, 61, 68, 91, 99
Archivio Museo Friulano di Storia Naturale 8, 31
Archivio Museo Geologico della Carnia 11, 71, 76, 77, 78, 83, 95, 96, 97, 114
Archivio Museo Gortani di Tolmezzo 6
Ivo Pecile 1, 3, 9, 13, 20, 22, 24, 32, 33, 34, 36, 39, 42, 43, 52, 53, 70, 75, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 93, 94, 98, copertina
Geopark Karnische Alpen 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113
Elido Turco 4, 10, 14, 25, 28, 47, 48, 56, 59, 62, 67, 74, 90
Corrado Venturini 7, 15, 40, 41, 45, 49, 50, 55, 57, 58, 63, 65, 66, 69, 72, 73, 82, 92
Roberto Zucchini 100, 101, 102, 103, 104, 105

Disegni / *Zeichungen*
Furio Colman
Corrado Venturini

Redazione / *Redaktion*
Giuseppe Muscio
Margherita Solari

Grafica / *Grafik*
Oscar Serafin + Raffaella De Reggi, Udine

Traduzioni / *Übersetzung*
PuntoLingue, Udine

ISBN 978 88 88192 49 2

Un particolare ringraziamento a / *Ein besonderer Dank geht an*
Cristiana Agostinis
Circolo Culturale Fotografico Carnico
Daniela De Prato
Luca Simonetto

Le Alpi Carniche: uno scrigno geologico

Die Karnischen Alpen ein geologisches Schatzkästchen

a cura di Giuseppe Muscio
e Corrado Venturini

Comune di Udine
Museo Friulano di Storia Naturale

Premessa

Leggere un territorio, comprenderne la lunga storia geologica e le ragioni per cui i fiumi seguono certi percorsi o perché alcune pareti rocciose sono verticali, appare spesso un ostacolo insormontabile, reso ancora più ostico dall'uso di termini strani (cos'è il Siluriano, cosa sono i graptoliti?) e unità di tempo difficilmente raffrontabili a quelle cui siamo abituati (centinaia di migliaia, milioni di anni…).

E poi ancora, cosa vuol dire "la Carnia era vicina ai tropici"? Come facciamo a saperlo?

A ciò si unisce spesso l'idea semplificata che le montagne nascono dal mare, quasi che il monte Cogliàns, nella sua forma attuale, fosse in origine sul fondo di un oceano dal quale è emerso come un sottomarino.

È difficile spazzare via con un volume i luoghi comuni, o fornire, in maniera accessibile, quelle informazioni che gli studiosi hanno ricostruito con anni di ricerche. È vero, però, che la geologia può essere più semplice di quel che si crede e che il fascino delle nostre montagne, dei fossili che celano (e, a volte, fortunatamente, restituiscono…), rappresenta un elemento che ci sprona a indagare nel "dietro le quinte".

È anche vero che spesso i geologi stessi non hanno la pazienza (o la capacità…) di spiegare con termini semplici ma appropriati, usando quei paragoni e quelle metafore che possono facilitare la comprensione di meccanismi altrimenti complessi, di svelare le chiavi di lettura che rendono leggibile quell'enorme libro della storia, le cui pagine sono gli strati rocciosi che costruiscono le nostre montagne e nei quali i fossili sono le sempre apprezzate illustrazioni a colori!

1_*La Valle di Fleons vista dal gruppo dell'Avanza*

VORWORT

Der Wunsch, eine Landschaft zu "lesen" oder zu „deuten", ihre lange geologische Geschichte zu verstehen und die Gründe zu kennen, weshalb die Flüsse einem bestimmten Lauf folgen oder einige Felswände steil abfallen, wird häufig zu einem unüberwindbaren Hindernis, das sich durch die Verwendung merkwürdiger Fachtermini (was um alles in der Welt ist das Silur, und was sind Graptoliten?) und durch Zeitbegriffe, die schwer mit unseren Maßstäben nachvollziehbar sind (Jahrhunderte, Jahrmillionen…), noch schwieriger gestaltet.
Was um alles in der Welt soll „Karnien war in Tropennähe" heißen? Wie können wir das wissen? Hinzu kommt die etwas vereinfachte Vorstellung, dass Berge aus dem Meer entstehen, fast so, als ob die Hohe Warte sich in ihrer heutigen Form damals auf dem Meeresboden befand und dann nur einfach aufgetaucht ist – wie ein U-Boot!
Es ist schwierig, mit einem einzigen Heftchen althergebrachten Ansichten den Garaus zu machen oder in verständlicher Art und Weise die Informationen zu liefern, für deren Rekonstruktion die Wissenschaft lange Jahre der Forschung benötigte. Tatsache ist jedoch, dass die Geologie viel einfacher sein kann als man glaubt, und dass die Faszination unserer Berge und der von ihnen verborgenen (und zum Glück auch manchmal preisgegebenen) Fossilien ein Antrieb für uns ist, einen Blick hinter die Kulissen zu werfen. Es stimmt auch, dass den Geologen die nötige Geduld (und Fähigkeit…)

2_*La cima del Monte Tuglia svetta sulle Alpi Pesarine*

Uno “Small Project” finanziato dall’Unione Europea nell’ambito dell’Interreg Italia-Austria, ha consentito alla Comunità Montana della Carnia e al Museo Friulano di Storia Naturale, in collaborazione con il Geopark Karnische Alpen di Dellach e la Comunità Montana Comelico-Sappada, di realizzare iniziative destinate ad avvicinare al loro territorio gli abitanti delle aree interessate dal progetto (ma anche tutti gli appassionati della natura e della montagna). Non solo: attraverso un progetto didattico condiviso con alcuni Istituti Scolastici coinvolti come partner associati, alcune scolaresche delle Scuole Secondarie di primo grado di Paularo e Villa Santina hanno potuto esplorare la storia geologica, insieme ai compagni del Cadore e della Carinzia che hanno condiviso con loro progetto ed interessi.

La volontà comune è quella di aprire la strada alla realizzazione di un vero e proprio *Geoparco* delle Alpi Carniche, strada maestra per una “valorizzazione sostenibile” del territorio in chiave geologica. Ecco perché, a conclusione dell’iniziativa, è stata realizzata una pubblicazione che suggerisce qualche “idea” per viaggiare nel tempo e per leggere alcune pagine di questo libro di roccia “spesso” quasi 500 milioni di anni.

abgeht, etwas mit einfachen aber dennoch treffenden Worten zu erklären und dabei Vergleiche und Metaphern zu verwenden, die das Verständnis ansonsten komplexer Abläufe leichter machen, und den Leseschlüssel für das riesige Geschichtsbuch aufzuzeigen, dessen Seiten die Felswände unserer Gebirge sind und in dem die Fossilien die stets so beliebten farbigen Abbildungen sind!
Dank eines von der Europäischen Union im Rahmen von Interreg Österreich-Italien finanzierten „Small Project“ konnte die Berggemeinschaft Karnien und das Naturgeschichtliche Museum Friauls in Zusammenarbeit mit dem Geopark Karnische Alpen von Dellach und der Berggemeinschaft Comelico-Sappada Initiativen zur Kenntnissteigerung bei den Bewohnern der beteiligten Projektgebiete (aber auch bei allen Natur- und Bergfreunden) durchführen.
Und nicht nur das: über ein Didaktik-Projekt in mehreren Schulinstituten, die als assoziierte Partner mit einbezogen wurden, konnten einige Schulklassen der Sekundarstufe I aus den Gemeinden Paularo und Villa Santina die geologische Vergangenheit zusammen mit Schülern aus dem Cadore und Kärnten näher erforschen, mit denen sie sich das gleiche Projekt und die gleichen Interessen teilten.
Gemeinsamer Wunsch aller ist, den Grundstein für die Schaffung eines richtigen Geoparks Karnische Alpen zu legen, der wichtigste Voraussetzung für eine „nachhaltige Entwicklung“ des Gebiets in geologischer Hinsicht ist. Und das ist auch der Grund, weshalb zum Abschluss der Initiative diese Publikation verfasst wurde, verschiedene Ideen und Vorschläge für einen Ausflug in die Gegend enthält, um so manche Seite im 500 Millionen Jahre dicken „Gesteins-Schmöker“ zu verstehen.

Alpi Carniche: un geo-puzzle a 3D

Se qualcuno vi dicesse che nel vostro paese hanno aperto un cinema multisala dove proiettano film in 3D, all'orario che vi è più comodo e per di più senza pagare il biglietto… immagino non vedreste l'ora di sedervi in poltrona con un secchiello di ***pop-corn*** tra le mani e gli occhialini scuri sul naso.

Aggiungo un'altra considerazione. Scoprendo, in un baule dimenticato, un album di vecchie fotografie dei propri genitori, dei nonni e dei bisnonni, ripresi anni (se non secoli) prima, chi di voi non comincerebbe a sfogliarne le pagine, incuriosito e affascinato? Sarebbe un'occasione unica per riscoprirli, come mai li avreste immaginati, in case, città, luoghi che – anch'essi come loro – apparirebbero ormai profondamente cambiati.

Ebbene, le Alpi Carniche – scrigno geologico d'eccezione – sono il nostro baule dei ricordi. Le vallate e i monti, ricchi di sedimenti, di rocce e di forme d'erosione, sono le fotografie del loro appassionante passato geologico, prossimo e remoto. Gli stessi territori diventano anche il cinema multisale che vi ospiterà, riservandovi la speciale proiezione in 3D. Sarà il filmato dell'intera vita delle Alpi Carniche, iniziata quasi mezzo miliardo di anni fa. Una pellicola composta da infiniti fotogrammi, uno accanto e di seguito all'altro.

Anche noi geologi faremo la nostra parte. Saremo i vostri occhialini 3D, in grado di trasformare in immagini tridimensionali i caratteri di una parete rocciosa o quelli di un solco scavato da un torrente, ricreando i loro ***avatar*** per poi proiettarli indietro nel tempo e nello spazio, fino a fargli superare le centinaia di milioni di anni che li separano dal presente.

3_ *Versante orientale del Monte Bivera. Spiccano i livelli rossastri dell'omonima formazione del Triassico medio*

KARNISCHE ALPEN; EIN GEO-PUZZLE MIT 3D-EFFEKT

Wenn jemand zu Ihnen sagte, in Ihrer Stadt habe ein neuer Kinokomplex eröffnet, in dem 3D-Filme zu der Ihnen passenden Zeit gezeigt würden, ohne den Eintritt zu bezahlen … dann könnten Sie vermutlich kaum erwarten, es sich in einem der Sessel mit einem Riesenbecher Popcorn in der Hand und der 3D-Brille auf der Nase bequem zu machen.

Und noch eine Überlegung: Fänden Sie in einer vergessenen Truhe ein Album mit alten Fotos ihrer Eltern, Großeltern und Urgroßeltern, die viele Jahre (wenn nicht Jahrhunderte) zuvor aufgenommen wurden, wer von Ihnen blätterte nicht neugierig und fasziniert in den vergilbten Seiten? Es wäre eine einzigartige Gelegenheit, diese Menschen kennenzulernen, wie Sie sie sich niemals hätten vorstellen können: in Häusern, Städten und an Orten, die – wie die Personen selbst auch – in der Zwischenzeit vollkommen anders aussehen würden.

Und genau so verhält es sich mit den Karnischen Alpen, diesem außergewöhnlichen Schatzkästchen der Geologie, unserer Truhe mit den in Vergessenheit geratenen Erinnerungen. Die Täler und Berge mit all ihren Ablagerungen, Gesteinen und Erosionsformen sind die Fotografien aus der faszinierenden jüngeren und weit zurück liegenden geologischen Vergangenheit dieser Berge, die sich jetzt in einen Kinokomplex verwandeln und Sie zu einem tollen 3D-Erlebnis einladen. Der Film ist ein Abriss des gesamten Lebens der Karnischen

4_Panoramica sul Wolayersee con la Cima Lastrons del Lago (massiccio del Monte Coglians)

Alpen, beginnend mit ihrer Entstehung vor knapp einer halben Milliarde Jahre.
Die Filmrolle enthält unzählige neben- und hintereinander gesetzte Fotogramme; und auch wir Geologen sind mit dabei. Wir sind die 3D-Brille auf ihrer Nase, die alle Spuren an einer Felswand oder die von einem Wildbach gegrabene Schlucht in dreidimensionale Bilder und eine Art neu geschaffene *Avatare* umwandelt, die schließlich in Zeit und Raum zurückprojiziert werden, bis alle Jahrmillionen die sie von der Gegenwart trennen, überbrückt sind.
Das wird kein einfacher Dokumentarfilm. Nein, es wird ein regelrechter Thriller, in dem Milliarden von Lebewesen jeder Ordnung und Gattung ausnahmslos zu einem ganz bestimmten geologischen Zeitpunkt (vor 250 Millionen Jahren) aussterben; und in dem am selben Schauplatz wiederum ein von Leben wimmelndes Korallenriff durch einen anderen geologischen Moment ausgelöscht wird. Für immer ertrunken in den Fluten eines urzeitlichen Meeres, das es ironischer Weise 25 Millionen Jahre zuvor zum Leben erweckt hatte. Ja, es wird ein spannender Thriller, bei dem sich in jeder geologischen Zeit der Tatort ändert und auch die vor Ort hinterlassenen Indizien immer wieder anders sind. Wie bei einer polizeilichen Untersuchung werden wir gemeinsam vorgehen – jedoch in der nächsten Publikation – und die geologischen Beweise (Tatbestände) suchen, die unsere Erzählungen untermauern. Und mit Hilfe dieser Beweise stellen wir Mal für Mal die komplexen Szenarien nach, in denen es wahrhaft nicht an plötzlichen Überraschungseffekten mangelt.

WAS SIND DIE GEOLOGISCHEN BESONDERHEITEN DER KARNISCHEN ALPEN?

Zu Beginn haben wir die Karnischen Alpen mit einem 3D-Film verglichen, der ein dickes und komplexes Drehbuch besitzt. Doch wer garantiert uns, dass es außer dem 3D-Effekt auch noch andere Gründe gibt, weshalb „*es sich lohnt, diesen Film anzusehen*“? Wer garantiert uns, dass das Drehbuch wirklich spannend ist, die Verstrickungen mitreißend fesselnd und das Finale eines Films würdig, der auf ewig in die (geologische) Geschichte dieser Gegend eingehen wird?
Eine Antwortmöglichkeit wären die Dutzenden internationalen und nationalen Geologenkongresse die in den vergangenen fünfzig Jahren zum Thema Karnische Alpen stattfanden. Dazu könnten wir mehrere Tausend wissenschaftliche Publikationen nennen, die in kaum mehr als einem Jahrhundert geologischer Forschungsarbeit in den Karnischen Alpen von italienischen und anderssprachigen Autoren verfasst wurden.

Non sarà un semplice documentario. Si tratterà di un *thriller*, nel quale può capitare che miliardi di organismi di ogni ordine e genere, si estinguano, tutti indistintamente, in un preciso istante geologico (250 milioni di anni fa). Ma dove, in quegli stessi luoghi, una scogliera brulicante di vita era stata a sua volta annientata nel volgere di un altro istante geologico. Annegata per sempre nelle acque di un antico oceano che, ironia della sorte, 25 milioni di anni prima le aveva dato la vita.

Sarà un *thriller* dove, ad ogni periodo geologico, la scena del crimine cambierà e differenti saranno gli indizi abbandonati sul territorio.

Come in un'indagine poliziesca, ci muoveremo insieme – ma questo lo faremo in una pubblicazione successiva – cercando le prove geologiche (gli effetti) di quanto vi racconteremo. Saranno le basi sulle quali ricostruire, di volta in volta, scenari complessi, improvvisamente ricchi di colpi di scena.

QUALI SONO LE PECULIARITÀ GEOLOGICHE DELLE ALPI CARNICHE?

Abbiamo iniziato paragonando le Alpi Carniche a un film in 3D, dalla trama complessa e ricca. Ma chi ci assicura che, al di là della spettacolarità delle tre dimensioni, sia veramente un film *"che vale la pena di andare a vedere"*? Chi ci garantisce che la trama sia davvero avvincente, l'intreccio coinvolgente e il finale degno di una pellicola destinata a restare nella storia (geologica) di questi territori?

Potrebbero rispondere per noi le decine di congressi geologici internazionali e nazionali che negli ultimi cinquant'anni hanno avuto le Alpi Carniche come protagoniste assolute. A questi potremmo aggiungere alcune migliaia di pubblicazioni scientifiche edite in poco più di un secolo di indagini geologiche incentrate sulle Alpi Carniche e prodotte da autori italiani e stranieri.

Der Ehrenplatz unter den italienischen Autoren - die übrigens auch zahlenmäßig die meisten sind – gebührt Michele Gortani (Tf. 6), dem größten und renommiertesten aller *Kantoren der Geologie* dieser Gebiete. Ihm verdanken wir die Grundlagen der geologisch-geomorphologischen und paläontologischen Erkenntnisse über das karnische Gebiet, auf die nachfolgende Forschergenerationen aufbauen und sich stützen, und immer neue Entdeckungen und Interpretationen hinzufügen konnten.
Als wäre dies noch nicht genug, könnten wir noch einen weiteren und letzten Beleg für das Interesse an der großen Geologie-Saga „Karnische Alpen“ liefern: die wachsende Beteiligung der Öffentlichkeit an den immer häufiger werdenden Konferenzen und Wanderungen, deren Thema die Verbreitung der geologischen Schätze im Gestein Karniens und die Formen der dortigen Berge ist.
In den vergangenen Jahren ist die Nachfrage nach Informationsmaterial stark gestiegen und das Angebot kam diesem Trend sehr gerne nach. Dies geschah und geschieht noch immer in Form von Veranstaltungs- und Konferenzzyklen, Wanderungen, themenbezogenen Fachvolumen sowie vorübergehenden Ausstellungen mit Buchführern.
Zum Abschluss dieses kurzen Kapitels möchten zum anfänglichen Vergleich des 3D-Films zurück kehren und Ihnen das vorstellen, was in etwa dessen Filmtrailer oder die Vorschau sein könnte: *„Die geologischen Geheimnisse und Rätsel der Karnischen Alpen“*, ein Streifen, der – wie wir hoffen – auch Sie faszinieren und mitreißen wird.

10 Kilometer übereinander gelagerte Schichten

Die Karnischen Alpen sind von besonderer Bedeutung, da die dortigen Berge das älteste Sedimentgestein – Fossil führendes Gestein – der gesamten italienischen Halbinsel und des ganzen Alpenraumes enthält. Es sind keine häufigen Gesteine, doch fast immer reich an Makrofossilien. Sie stammen aus dem längst vergangenen **Ordovizium**, einer der ältesten Zeitstufen im Erdaltertum. Ihr Alter beläuft sich auf rund 460 Millionen Jahre – das heißt sie entstanden vor fast einer halben Milliarde Jahren! Schon dieser Rekord allein würde ausreichen, um die Karnischen Alpen zu einer besonderen Bergkette zu machen. Doch er ist nur der Anfang einer Reihe von Besonderheiten, die einmalig in ihrer Art sind, und von denen jede der im Gestein dieser Berge vorkommende geologische Zeitstufe mindestens ein Paar, in vielen Fällen sogar viele zusammen vorweisen kann.
Das **Silur** (vor 444-416 Millionen Jahren) ist überwiegend an speziellen tiefschwarzen Schichten zu erkennen, mit einer feinen Laminierung, die zum Teil zahlreiche Graptoliten enthält. Graptoliten sind winzig kleine Kolonien bildende Meerestiere; sie waren in allen Weltmeeren verbreitet, starben jedoch im Karbon aus.
Im **Devon** (vor 416-360 Millionen Jahren) verzeichnet der geologische Kalender der Karnischen Alpen die Entstehung, Entwicklung, Ausdehnung und das schnelle

Eone	Era	Periodo	Epoca	Limite milioni di anni
FANEROZOICO	NEOZOICA o QUATERNARIA		OLOCENE	0,012
			PLEISTOCENE	2,6
	CENOZOICA o TERZIARIA	NEOGENE	PLIOCENE	5
			MIOCENE	23
		PALEOGENE	OLIGOCENE	35
			EOCENE	55
			PALEOCENE	65
	MESOZOICA o SECONDARIA	CRETACEO		150
		GIURASSICO		200
		TRIASSICO		250
	PALEOZOICA o PRIMARIA	PERMIANO		300
		CARBONIFERO		360
		DEVONIANO		415
		SILURIANO		445
		ORDOVICIANO		490
		CAMBRIANO		545
CRIPTOZOICO	PRECAMBRIANO o ARCHEOZOICO	PROTEROZOICO	Il Criptozoico comprende circa l'87% dei tempi geologici	2500
		ARCHEANO		4000
		manca documentazione stratigrafica		4600

5_*La tabella geocronologica: le età, in milioni di anni, sono arrotondate*

6

6_*Il "giovane" Michele Gortani nel suo studio a Tolmezzo*

7_*Un gruppo di ragazzi durante un'escursione geologica*

Tra gli italiani – e sono la maggioranza – il posto d'onore spetta a Michele Gortani (fig. 6), il più grande e prestigioso *cantore geologico* di queste terre. A lui si devono le basi della conoscenza geologico-geomorfologica e paleontologica dell'area carnica, sulle quali le successive generazioni di studiosi hanno potuto continuare ad appoggiarsi, aggiungendo sempre nuove scoperte ed interpretazioni.

Se non bastasse ancora, potremmo aggiungere un'ultima, ulteriore prova a conferma dell'interesse per la grande saga geologica delle Alpi Carniche: la crescente partecipazione di pubblico alle sempre più frequenti conferenze ed escursioni (fig. 7) incentrate sulla divulgazione dei significati geologici racchiusi nelle rocce carniche e nelle forme delle loro montagne.

In questi ultimi anni la domanda di prodotti divulgativi è aumentata e l'offerta è stata ben lieta di assecondare questa richiesta. Lo ha fatto e lo sta continuando a fare attraverso l'organizzazione di cicli di incontri e conferenze, di escursioni, di volumi tematici, di periodiche mostre accompagnate dai relativi libri guida.

Concludiamo questo breve capitolo tornando all'iniziale paragone con il film in 3D, per presentarvi quello che potrebbe essere l'equivalente del suo *trailer*: *"I segreti e i misteri geologici delle Alpi Carniche"*, una pellicola che – ce lo auguriamo – non mancherà di affascinare e coinvolgere anche voi.

Una pila di strati spessa 10 chilometri

Il primo grande valore delle Alpi Carniche è rappresentato dal fatto che i suoi monti contengono le rocce sedimentarie – e fossilifere – più antiche dell'intera penisola italiana e di tutto l'arco alpino. Sono rocce non frequenti, ma quasi sempre ricche in macrofossili. Risalgono al lontanissimo **Ordoviciano**, periodo geologico della parte più antica del Paleozoico. Hanno un'età che si approssima a 460 milioni di anni. Quasi mezzo miliardo di anni fa!

Da solo questo primato basterebbe per rendere le Alpi Carniche una catena montuosa speciale. Invece è solo l'inizio di una serie di peculiarità uniche nel loro genere. Ogni periodo geologico presente nelle rocce di questi monti ne può vantare almeno un paio, e in molti casi diventano anche più numerose.

Il **Siluriano** (444-416 milioni di anni fa) è rappresentato per buona parte da particolari strati nerissimi, suddivisibili in sottilissime lamine che a tratti si rivelano ricche in graptoliti, organismi coloniali che si erano diffusi nei mari di tutta la Terra, per poi sparire, estinguendosi, durante il Carbonifero.

7

Nel **Devoniano** (416-360 milioni di anni fa) il calendario geologico delle Alpi Carniche segna la nascita, lo sviluppo,

8

9

8_*La particolare "geometria" del tetracorallo* Hexagonaria *(Devoniano di Passo Volaia)*

9_*In primo piano i calcari rossi del Devoniano, sullo sfondo Cima Capolago (Gruppo del Monte Coglians) costituita dai calcari di scogliera, anch'essi del Devoniano*

Ende des größten tropischen Riffsystems aus dem europäischen Erdaltertum. Gleich einer unterseeischen Felsenkathedrale wuchs das Riff ungestört für die unendliche erscheinende Dauer von 25 Millionen Jahren, wurde an manchen Stellen über einen Meter dick und mindestens 5 km breit und erreichte eine Länge von knapp 100 Kilometern. Das Gestein und seine Bildung ist im Devon eng mit lebenden Organismen verknüpft, die das Gestein durch die Ansammlung ihrer Schalen und Mineralgerüste aus Kohlenstoffverbindungen (Korallen, Schwämme, Weichtiere, Seelilien, Algen …) „produzierten".

Im Devon wird mehr als in allen anderen geochronologischen Perioden der Karnischen Alpen die Bedeutung bestimmter Lebewesen für die Gesteinsbildung deutlich; und zwar die Bildung genau jenes Gesteins, das sich im Laufe der Zeit in die uns bekannten und durchwanderten Berge verwandelte (Tf. 9).

Während das Devon von Gestein und Sedimenten geprägt ist, die sich IM Meer bildeten, kommt es im anschließenden **Karbon** zur Ansammlung enorm mächtiger tiefer untermeerischer Schichten, deren Bestandteile (Sand und Kieselschlämme) von AUSSERHALB des Meers stammen. Diese Sand- und Schlammschichten stammen aus der Erosion urzeitlicher Gebirge, die sich in der Gegend des heutigen Südtirols und Westösterreichs erhoben.

Das Karbon hat in den Karnischen Alpen auch noch andere besondere und unauslöschliche Spuren hinterlassen. Man denke nur an die 200 m mächtigen Tiefsee-Vulkanite die sich auf und zwischen Sand- und Schlammschichten legten. Und wem das noch immer nicht genug ist, dem fügen wir ein weiteres Top-Ereignis hinzu, dass nur wenig später, also Mitte des Karbons, tiefe Spuren im Geschichtsbuch Karniens hinterlassen hat: die *variskische Gebirgsbildung oder Orogenese*.

Alle Gesteine – vom Ordovizium bis zum Karbon – waren in einer Art Erdkrusten-Schraubstock gefangen, der sie zusammenpresste, quetschte und nach oben schob. Dort, wo bis dahin das Meer

der unangefochtene Herrscher gewesen war, erhob sich nun eine niedere Gebirgskette mit lauter Falten und Verwerfungen, die noch heute, gut 320 Millionen Jahre nach diesem Ereignis, aus der Ferne zu erkennen sind. Doch das Staunen hat kein Ende: nach einigen Millionen Jahren wird die Kette von neuen, großen Verwerfungen durchbrochen, doch diesmal verlaufen sie senkrecht und gehen wie Risse in der Erdkruste in die Tiefe weiter. Zwei dieser Verwerfungen oder Störungen fangen an, ein geografisches Gebiet abzugrenzen, das sich langsam abzusenken beginnt, und wie ein gigantischer Aufzug langsam nach unten fährt. Es handelt sich um den Sektor Lanzen-Nassfeld-Rosskofel-Monte Bruca, der sich vom „Berggebiet" (zur Erinnerung: die variskische Gebirgsbildung!) auf Höhen absenkt, die danach für Dutzende Millionen Jahre um den Meeresspiegel oder darunter schwanken werden.
Und genau in diese lange Zeitspanne (wir befinden uns mittlerweile im Oberkarbon) fällt die Entstehung und das Dickenwachstum einer ganz besonderen Gesteinsabfolge. Sie wurde in den vergangenen hundert Jahren bei allen Wissenschaftlern (und nicht nur ihnen!) in Europa und Übersee berühmt. Mehr als 1.000 Meter Fluss- und Delta-

l'espansione e la rapida fine della più grande scogliera tropicale paleozoica d'Europa. Una cattedrale rocciosa sottomarina che crebbe indisturbata per 25 interminabili milioni di anni, raggiungendo spessori di oltre un chilometro, una larghezza di almeno 5 chilometri e una lunghezza di quasi un centinaio. Nel Devoniano la formazione delle rocce si intreccia con la vita degli organismi che le producono attraverso l'accumulo dei propri gusci e impalcature minerali a composizione carbonatica (coralli (**Fig. 8**), spugne, molluschi, crinoidi, alghe…).

È nel Devoniano, più che in tutti gli altri periodi della storia geologica delle Alpi Carniche, che si fa evidente il ruolo di certi organismi nella formazione delle rocce. Quelle stesse rocce destinate col tempo a trasformarsi nelle montagne che conosciamo e abitualmente percorriamo (**Fig. 9**).

Mentre il Devoniano è caratterizzato da rocce e sedimenti che si produssero DENTRO il mare, il successivo periodo **Carbonifero** vide l'accumulo di grandi spessori di strati sottomarini profondi i cui componenti (sabbie e fanghiglie silicee) si originarono FUORI dal mare. Erano sabbie e fanghi generati dall'erosione di antiche montagne che stavano sollevandosi nelle zone che oggi corrispondono all'Alto Adige e all'Austria più occidentale.

Il Carbonifero nelle Alpi Carniche ha lasciato altre particolari, indelebili tracce. Basti ricordare i 200 metri di spessore di vulcaniti sottomarine profonde che si sovrapposero e intercalarono alle sabbie e ai fanghi. Se questo ancora non bastasse, aggiungiamo quello che di lì a poco, a metà circa del Carbonifero, lasciò tracce profonde nella Carnia del tempo: l'***orogenesi ercinica***.

Tutte le rocce – dall'Ordoviciano al Carbonifero – furono strette in una morsa crostale che le compresse, strizzò e sollevò. Dove fino a quel momento aveva regnato incontrastato il mare, si innalzò una bassa catena montuosa tutta pieghe e faglie che sono ancora oggi riconoscibili a distanza di 320 milioni di anni da quell'evento. Ma il Carbonifero non finisce di stupirci. Passano i milioni di anni e la catena

10

11

10_*La successione Carbonifera del Monte Carnizza a Nord di Pontebba*

11_*Una fronda della "felce" carbonifera* Pecopteris polimorpha *(Monte Corona)*

Ablagerungen aus Flachmeer und (anfangs) tieferem Meer werden abwechselnd und in vielmals wiederholten Zyklen übereinander geschichtet. Heute können wir sie vor allem an den Felswänden des Auernig, des Garnitzenbergs (Tf. 10) und des Monte Corona bewundern, um nur einige der klassischen Fundorte zu nennen. Genau dieses Merkmal machte die Schichtenabfolge des Nassfeld-Sektors so berühmt. In Europa ist es die einzige fossil führende Gesteinsabfolge aus dem Perm-Karbon bei der die Möglichkeit besteht, die paläontologischen Inhalte aus dem Meer denen vom Kontinent gegenüber zu stellen und die zwei unterschiedlichen Zeitskalen zu vergleichen. Und was für Fossilien es dort gibt! Kammerlinge (Foraminiferen), Trilobiten, Armfüßer, Weichtiere, Moostierchen, Solitärkorallen, Kalkalgen und Seesterne (erst vor Kurzem entdeckt! … wenn auch nur in Form von Abdrücken), um nur einige der Meeresbewohner zu nennen. Hinzu kommen Fossilien aus wasserfreiem (kontinentalem) und marginalem Ambiente in Form von perfekt erhaltenen Pflanzenresten. Insbesondere die Überreste zweier großer Pflanzengruppen haben die Zeitreise bis zu uns überstanden: die „*Farne*" (in Anführungszeichen geschrieben, da es sich um Pflanzen handelt, die ganz ähnliche wie unsere heutigen Farne aussehen, die jedoch im Gegensatz zu ihnen Samen und Früchte ausbilden, Tf. 11) und die *Schachtelhalmgewächse*.

è lacerata da nuove grandi faglie, questa volta verticali, che come spaccature crostali si propagano in profondità.

Due fra queste faglie cominciano ad isolare un'area geografica che lentamente inizia ad abbassarsi, come un gigantesco, lento ascensore. È il settore di Lanza-Pramollo-Monte Cavallo-Monte Bruca che da zona montuosa (ricordiamo l'***orogenesi ercinica***) si abbassa a quote che per molte decine di milioni di anni continueranno ad oscillare intorno o sotto al livello del mare.

È proprio durante questo lungo lasso di tempo (siamo nel Carbonifero superiore) che prenderà forma e spessore una successione rocciosa molto particolare. Durante gli ultimi cento anni è diventata famosa nel mondo scientifico (e non) d'Europa e d'oltreoceano. Più di 1.000 metri di depositi fluvio-deltizi, di mare basso e, inizialmente, di mare più profondo, si alternarono in cicli ripetuti moltissime volte uno sopra l'altro. Oggi, in particolare, li possiamo ammirare lungo le pareti dei Monti Auernig, Carnizza (**fig. 10**) e Corona, solo per citare le località più classiche.

Sta proprio in questo la caratteristica che ha reso famosa la serie di strati del settore di Pramollo. In Europa è l'unica successione rocciosa fossilifera di età permo-carbonifera che offre l'opportunità di confrontare i contenuti paleontologici marini con quelli continentali, comparando le due differenti scale d'età. E che fossili! Foraminiferi, trilobiti, brachiopodi, molluschi, briozoi, coralli solitari, alghe calcaree, stelle di mare (di recentissima scoperta!, anche se solo sotto forma di impronte), per citarne solo alcuni tra quelli marini.

Ad essi si affiancano, come fossili di ambienti emersi (cioè continentali) e marginali, resti vegetali con esemplari perfetti. In particolare, hanno viaggiato attraverso il tempo giungendo fino a noi i resti di due grandi gruppi di piante, le ***"felci"*** (scritte tra virgolette dato che sono vegetali del tutto simili alle attuali felci, ma che, al contrario di queste ultime, sono dotati di semi e frutti, **Fig. 11**), e gli ***equiseti***. Entrambi i gruppi si svelano sia sotto forma di fronde, sia dei relativi tronchi, il più delle volte divelti, raramente ancora in posizione di crescita. Eccezionalmente sono state trovate anche impronte isolate di anfibi.

Con il successivo **Permiano** si chiude l'Era Paleozoica. Non potevano certo mancare, anche per questo periodo, cose degne di nota. Tra tutte spicca la presenza di un caratteristico spessore di rocce rosse, un tempo formato da sabbie e fanghi silicei, che si espande ben oltre i confini friulani. È potente da 40 a oltre 200 metri ed è in grado di raccontarci che l'intero Nordest – dal Sud Tirolo al Cadore alla Carinzia, alla Carnia, alla Slovenia – si era col tempo trasformato da montagna ercinica a immensa pianura semiarida, da cui il caratteristico colore rosso derivato dall'ossidazione dei sedimenti.

Beide Gruppen liegen sowohl in Form von Zweigen, als auch der jeweiligen Stämme vor; meist handelt es sich um entwurzelte Exemplare, nur selten befinden sie sich noch immer in Wachsposition. Nur äußerst selten wurden auch vereinzelte Spuren von Amphibien gefunden.
Das nachfolgende **Perm** ist gleichzeitig die letzte und jüngste Periode des Paläozoikums. Und auch hier fehlt es nicht an nennenswerten „Schätzen". Es sticht vor allem eine besondere rote Gesteinsschicht hervor, die einst aus Sand und Kieselschlämmen entstand und sich weit über die Grenzen Friauls ausdehnt. Sie ist zwischen 40 und 200 Metern mächtig und liefert Hinweise, denen wir entnehmen können, dass der gesamte Nordosten – von Südtirol, dem Cadore und Kärnten bis nach Karnien und Slowenien – sich im Laufe der Zeit von einem variskischen Gebirge in eine riesige halbtrockene Ebene verwandelt hatte; denn die typische rote Farbe entstand durch die Oxidation der dortigen Sedimente.
Doch der Perm-Neuheiten nicht genug! Bei dem Gestein, das sich über den Sedimenten der antiken roten Ebene ablagerte, handelt es sich nämlich um die bekannten Gipsschichten aus dem Perm. Sie wiederum beweisen, dass sich die zuvor vorhandene flache Ebene mit der Zeit in eine weite und flache Salzlagune verwandelt hatte, deren Wasser aufgrund des trocken und heiß gewordenen Klimas verdunstete.
Doch nicht nur aufgrund der vorhandenen Gipsschichten unterscheidet sich das Perm in dieser Gegend. Hinzu kommen auch die eigentümlichen und einzigartigen Verformungen, welchen diese Gipse während der größten alpidischen Nord-Süd-Kompression ausgesetzt werden, die vor etwa 15-5 Millionen Jahren stattfand (Tf. 12).

12

12_*Affioramento di gessi del Permiano fra Treppo Carnico e Ligosullo*

13_*Il versante del Monte di Rivo che sovrasta Arta Terme: è formato da depositi del Triassico medio, l'azione erosiva dell'acqua ha generato particolari morfologie note come Landers*

Anche per il Permiano le novità non finiscono qui. Basta cercare le rocce che si sovrapposero ai sedimenti dell'antica pianura rossa: i noti gessi permiani. La loro presenza testimonia che la precedente piatta pianura col tempo si era trasformata in una vasta, sottile laguna salata, le sue acque evaporavano a causa del clima diventato caldo e arido.

Non è solo la presenza dei gessi ad essere un elemento distintivo del Permiano di questi territori. Ad essa si aggiungono le deformazioni – peculiari ed uniche – che quegli stessi gessi hanno subìto durante la compressione alpina principale, orientata nord-sud e attiva circa da 15 a 5 milioni di anni fa (**Fig. 12**).

Il momento del passaggio al successivo **Triassico –** primo periodo dell'Era Mesozoica, iniziata circa 250 milioni di anni fa – è segnato dalla repentina scomparsa ed estinzione del 98% degli organismi che allora popolavano i mari della Terra. La stessa vita rischiò di sparire dal pianeta a causa di quella che, non a torto, è oggi definita come la ***madre di tutte le estinzioni***. Ben più tremenda di quella, nota a

Der Übergang in die nachfolgende **Trias** – das unterste System des Mesozoikums (Erdmittelalter), das vor 250 Millionen Jahren begann – ist gekennzeichnet vom schlagartigen Verschwinden und Aussterben von gut 98% aller Lebewesen, die zum damaligen Zeitpunkt die Weltmeere bewohnten. Alles Leben auf dem Planet Erde lief Gefahr, vollständig einem Phänomen zum Opfer zu fallen, das wir heute nicht zu Unrecht als „das große Sterben" bezeichnen. Dieses Massensterben war weitaus gewaltiger als das vor 65 Millionen Jahren, das bekanntlich zum Aussterben der Dinosaurier führte.
Das riesige Massensterben an der **Perm-Trias-Grenze** betraf natürlich den gesamten Globus und als solches ist es auch im Trias-Grundgestein der Karnischen Alpen „registriert". Das Gestein im ersten Dickenmeter ist unvermittelt und unglaublicher Weise plötzlich ohne jede auch noch so winzige Lebensform. Danach gewinnt das Leben zuerst langsam, und zuletzt fast explosionsartig wieder die Oberhand und erobert erneut die Meere

13

und Ablagerungsschichten der ganzen Welt (auch der Karnischen Alpen) und füllt sie mit Organismen, deren Resten und deren Spuren.
Die Trias der Karnischen Alpen besteht zum Großteil aus marinen Schichten (Tf. 13) und birgt neue, wundervolle Fossiliengruppen mit zahlreichen unerwarteten Exemplaren, deren Formen einer Kunstgallerie würdig wären. Hierzu gehören beispielsweise die häufig aufzufindenden Ammoniten – eine Bereicherung der zahlreichen fossil führenden Horizonte - oder auch die unglaublichen kleinen Flugsaurier – die ältesten der Welt! – in den Gesteinsschichten im Preone-Tal, am äußersten Rand des karnischen Gebiets.
Und die Trias hält noch weitere Überraschungen bereit … auch als das Meer für kurze geologische Momente die Oberhand über das Festland verlor und sich die Wälder der riesigen Brackwasserbuchten bemächtigten, wo sich weite Horizonte späterer Kohleschichten ansammelten, wie es in der Gegend von Cludinico, nur unweit südlich von Ovaro (Degano-Tal) passierte.
Mehr hat das Mesozoikum in den Karnischen Alpen nicht zu bieten, und zwar einfach aus dem Grund, weil das jüngste Gestein aus der oberen Trias (die „höchstgelegenen“ von allen) seit Menschengedenken von der Erosion abgetragen wurde. Denn seit mindestens 30-35 Millionen Jahren unterliegt der gesamte karnische Alpensektor einer langsamen, generell wirkenden Anhebung aufgrund der alpidischen Gebirgsbildung.

tutti, che colpì nuovamente la Terra 65 milioni di anni fa, in concomitanza con la scomparsa dei dinosauri.

Il drammatico evento collocato al limite **Permiano-Triassico**, naturalmente si sviluppò a scala globale, e come tale è registrato anche nelle rocce triassiche basali delle Alpi Carniche. Nel loro primo metro di spessore si presentano improvvisamente ed incredibilmente prive di ogni forma vitale, anche la più infinitesima. Poi, prima lentamente, infine in modo quasi esplosivo, la vita ebbe di nuovo il sopravvento e ripopolò i mari e gli strati di tutto il mondo, Alpi Carniche comprese, riempiendoli di organismi, dei loro resti, delle loro tracce.

E il Triassico delle Alpi Carniche, in gran parte formato da strati marini (**Fig. 13**), ci riserva nuovi meravigliosi gruppi di fossili, ricchi di inaspettati esemplari dalle forme degne di una galleria d’arte. Come, ad esempio, le frequenti ammoniti che arricchiscono i numerosi orizzonti fossiliferi o gli incredibili, piccoli rettili volanti – i più antichi del mondo – racchiusi negli strati della Dolomia di Forni affiorante nei dintorni

14

14_*Lungo la Valcalda (al centro dell'immagine Ravascletto) corre la faglia Comeglians-Paluzza-Paularo, confidenzialmente denominata faglia Com-Pa-Pa*

15_*Una piega che contorce le rocce devoniane presso Stua Ramaz (Paularo)*

di Preone, sul bordo esterno dell'area carnica (v. pag 128). Un Triassico che sa conservare ulteriori sorprese, anche quando, per brevi istanti geologici, il mare perdeva la supremazia sulla terraferma e le foreste si impossessavano delle ampie baie salmastre accumulando estesi orizzonti di futuro carbone, come accaduto nella zona di Cludinico, appena a sud di Ovaro (Val Degano).

Nelle Alpi Carniche l'Era Mesozoica non riserva ulteriori scoperte, semplicemente perché le rocce più recenti del Triassico superiore (le più "alte" tra tutte) sono state, da tempo immemorabile, asportate dall'erosione. Questo perché da almeno 30-35 milioni di anni, l'intero settore alpino carnico è sottoposto a un lento, generalizzato sollevamento dovuto all'*orogenesi alpina*. La causa? La morsa crostale attuata da Africa ed Europa che, da molte decine di milioni d'anni, si stanno fronteggiando in un contesto di collisione. Una sorta di gigantesco *schiaccianoci geologico* che sta ancora oggi frantumando le successioni rocciose che trova collocate tra le proprie ganasce.

Die Ursache? Der Druck auf die Erdkruste durch Afrika und Europa, die sich seit vielen Millionen Jahren auf „Kollisionskurs" befinden; wie eine Art gigantischer *geologischer Nussknacker*, der noch heute die Gesteinsabfolgen zermalmt, die ihm zwischen die „Kinnlade" geraten, und ganz besonders das Gestein, das letztendlich die Alpen und den Apennin bildete.

Umgeformte Schichten und Zeitungsblätter

Für einen Augenblick, einen winzig kleinen, dachten wir, das bisher so reich mit Kostbarkeiten gefüllte geologische Schatzkästchen der Karnischen Alpen hätte keine Edelsteine mehr. Doch nun wird uns klar, dass auch das auf das Mesozoikum folgende **Känozoikum**, die **Erdneuzeit**, den vorhergehenden Erdzeitaltern in Nichts nachsteht.
Nur dass in diesem Fall die Edelsteine weder aus Fossilien noch aus besonderen Ambiente und den jeweiligen Ablagerungen bestehen, sondern „nur" aus mächtigen Umformungen und deren Auswirkungen auf die antiken Gesteine: also aus Verwerfungen oder Störungen, Faltungen, Ver- und Überschiebungen, Anhäufungen, Verkürzungen der Kruste, …
Ist man in der Lage, die Verformungen zu erkennen, zu beobachten und zu interpretieren, dann können sie die gleichen Emotionen hervorrufen, wie ein Fossil. Es gibt Störungen, die riesige Gesteinsmassen angehäuft, sie in enorme übereinandergeschichtete Ziegel verwandelt, und so mit einem Schlag bis zu 20 Kilometer Land „beseitigt" haben. Andere Störungen haben wie eine Art geologisches

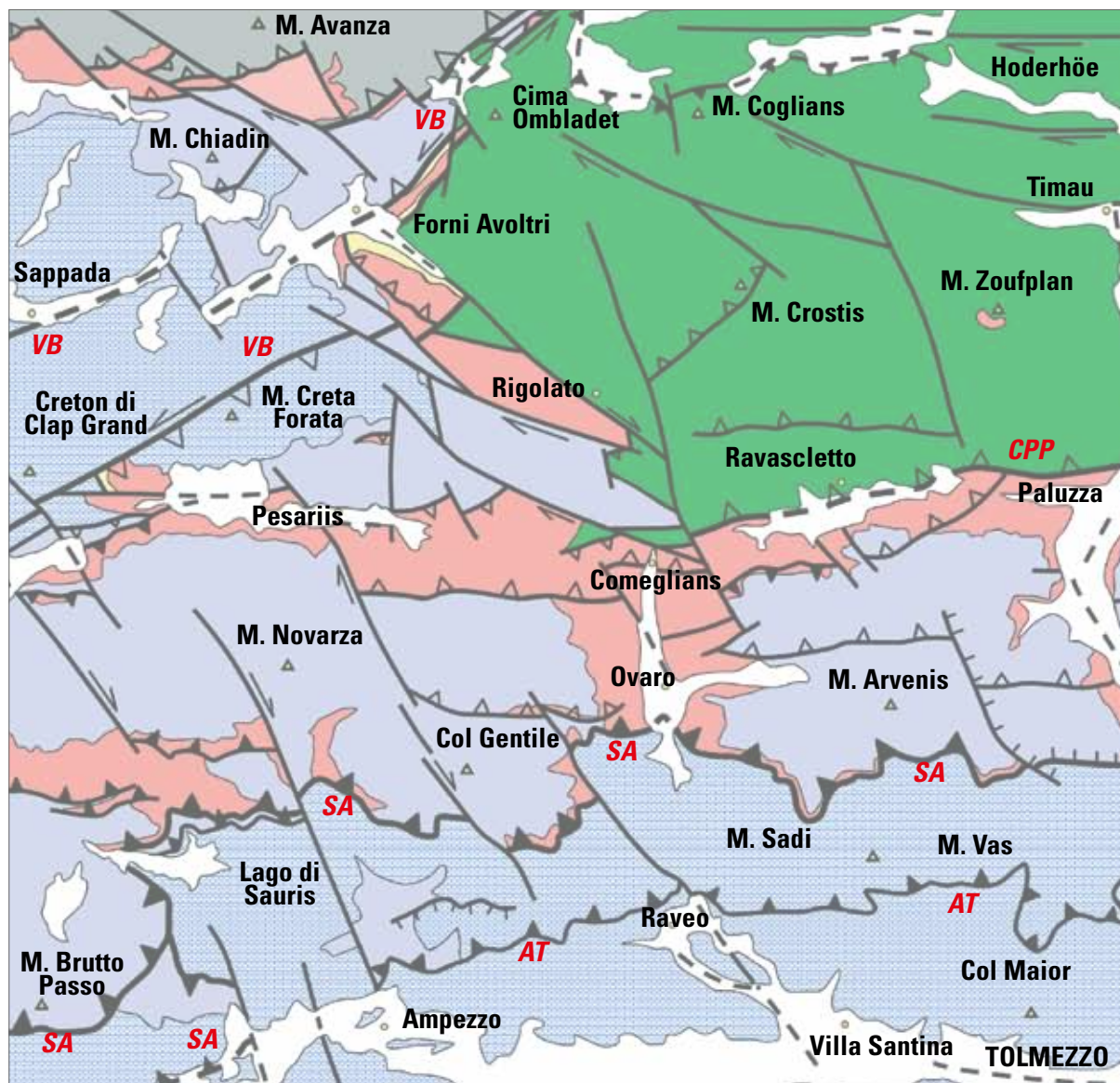
15

Katapult auf einer Länge von über einem Kilometer riesige, über 300 km breite Gebiete angehoben (ein richtig gehendes geologisches Katapult!), die ansonsten in der Tiefe vergraben geblieben wären, ohne jemals ans Licht zu kommen und den Geologen als Lese- und Erzählstoff zu dienen. In diesem Fall ist der Hinweis präzise, denn genau einer dieser Verwerfungen ist das (oberirdische) Vorkommen fast aller antiker Gesteine aus dem Paläozoikum der Karnischen Alpen (Tf. 14) zu verdanken!
In etwas mehr als 300 Millionen Jahren war das Gestein der Karnischen Alpen zwei Mal dem mächtigen Ansturm der Druckkräfte einer *Orogenese* (Gebirgsbildung) ausgesetzt. Im Paläozoikum (Karbon) und im Känozoikum (größte Auswirkungen im Miozän). Die erste dieser *Orogenesen* wird von Geologen als die *variskische Gebirgsbildung* bezeichnet und verdankt ihren Namen dem Volksstamm der Varisker, die um „curia variscorum" (=Hof in Bayern) im Vogtland ansässig waren; dort befindet sich das die meisten

Strati deformati e fogli di giornale

Per un attimo, un solo attimo, abbiamo pensato che lo scrigno geologico delle Alpi Carniche, finora colmo di meraviglie, avesse esaurito i propri gioielli. Ora invece ci rendiamo conto che anche l'**Era Cenozoica**, successiva a quella mesozoica, non è stata da meno delle ere che l'hanno preceduta. Solo che nel suo caso i tipi di gioielli non sono rappresentati né da fossili né da particolari ambienti e relativi depositi, ma solo da potenti deformazioni e dai loro effetti sulle antiche rocce: faglie, pieghe, traslazioni, affastellamenti, raccorciamenti crostali…

A saperle riconoscere, osservare e leggere, le deformazioni sono capaci di trasmettere le stesse emozioni di un fossile. Incontreremo faglie che sono state in grado di affastellare enormi volumi rocciosi trasformandoli in gigantesche tegole accavallate una sull'altra, arrivando ad "eliminare" fino a 20 chilometri di territorio in un'unica soluzione.

Altre faglie hanno sollevato per oltre un chilometro (una vera e propria catapulta geologica!) aree immense, ampie oltre 300 chilometri quadrati, che altrimenti sarebbero rimaste sepolte in profondità senza mai vedere la luce e farsi leggere e raccontare dai geologi. In questo caso il riferimento è preciso. È proprio ad una di tali faglie che si deve la presenza (in superficie) della quasi totalità delle antiche rocce paleozoiche delle Alpi Carniche! (**Fig. 14**)

16_*Schema geologico delle Alpi Carniche (da C. Venturini, 2002-03, semplificato). In rosso sono indicate le faglie principali:*
AT – Ampezzo-Tolmezzo;
BC – Bût-Chiarsò;
CPP – Comeglians-Paluzza-Paularo;
FS – Fella-Sava; HW: Hochwipfel;
PR – Monte Pricot-Monte Cerchio;
SA – Sauris; VB: Val Bordaglia

faglie compressive
faglia distensiva
accavallamento e
f. inversa
faglia diretta
faglia trascor-rente
HW
Hochwipfel
M. Dimon
M. Zermula
Creta di Aip
Gartenkofel
CPP
Paularo
M. Cavallo
PR
M. Corona
PR
FS
M. Bruca
M. Glazzat
M. Tersadia
BC
Pontebba
M. Cucco
Lovea
Arta
Crete di Lovee
BC
M. Amariana
Depositi Quaternari (Pleistocene-Olocene)
Successione triassica medio-superiore
Successione triassica inferiore-medio
Successione permiana superiore
Successione permo-carbonifera
Successione ercinica (non metamorfica)
Basamento ercinico (metamorfico)
0 km 4

Per due volte in poco più di 300 milioni di anni le rocce delle Alpi Carniche hanno subìto l'affronto delle compressioni connesse a un'*orogenesi* (formazione di montagne). Avvenne rispettivamente nel Paleozoico (durante il Carbonifero) e nel Cenozoico (con i massimi effetti durante il Miocene). La prima di queste *orogenesi* è chiamata dai geologi *ercinica*. Prende il nome dalla *Selva Ercinia* dei latini, le odierne montagne del Harz, in Germania, anch'esse deformate dalle stesse compressioni.

La seconda *orogenesi* è quella *alpina*, ben nota ormai anche ai non esperti di cose geologiche. Le separa un intervallo temporale lungo più di 270 milioni di anni. Un semplice paragone può aiutare a comprendere la distribuzione degli effetti prodotti dai due eventi sul gigantesco volume roccioso delle Alpi Carniche.

Ripartiamo allora, di nuovo, dal principio. Dall'Ordoviciano superiore. Simboleggiamo le sue rocce stratificate – il cui inizio data a 460 milioni di anni fa – con un pacco di quotidiani risalenti a… 460 giorni fa. Li appoggiamo sul pavimento per dare forma alla nostra ricostruzione geologica. Poi è la volta dei giornali del Siluriano, datati da 444 a 416 giorni fa. Li sovrapponiamo a quelli ordoviciani. A seguire aggiungiamo quelli devoniani, e sopra ad essi i carboniferi. L'ultimo quotidiano che chiude la pila risale a 320 giorni fa (**Fig. 17a**). La cifra (tradotta in milioni di anni) richiama l'inizio dell'*orogenesi ercinica*, conclusasi 10 milioni di anni dopo.

È il momento giusto per interrompere la costruzione della nostra pila di giornali-rocce e iniziare la loro deformazione. Basterà spingere la catasta di lato e poi, con le mani, cominciare a riunire e comprimere i fogli sparsi, mescolandoli, piegandoli, stropicciandoli (**Fig. 17b**).

Quando ritorna la calma, gli effetti di fronte a noi potranno essere paragonati a quelli causati dall'*orogenesi ercinica* sulle antiche rocce ordoviciano-carbonifere della Carnia. Per qualche milione di anni sui rilievi ercinici agì l'erosione, asportando i pacchi di strati più superficiali. Nella nostra ricostruzione sarà sufficiente togliere alcune tra le pagine o pacchi di pagine,

deutschen Horste umfassende Gebirge, weshalb in Anlehnung an den Ort der Begriff *variskisch* oder *variszisch* geprägt wurde.
Die zweite Phase der globalen Gebirgsbildung wird als *Alpidische Orogenese* bezeichnet und ist mittlerweile auch unter Nicht-Geologen ein Begriff. Zwischen den beiden Gebirgsbildungen liegt ein Zeitraum von mehr als 270 Millionen Jahren. Ein einfacher Vergleich kann dabei helfen, die weitreichenden Auswirkungen der beiden Ereignisse auf die riesige Gesteinsmasse der Karnischen Alpen zu verstehen.
Fangen wir – wieder einmal – ganz von vorne an. Im oberen Ordovizium. Die Gesteinsschichten dieser Periode – mit Beginn vor 460 Millionen Jahren – symbolisieren wir nun mit einem Packen Tageszeitungen deren Erscheinungsdatum 460 Tage zurück liegt. Diesen Packen legen wir auf den Boden, um unserer geologischen Nachbildung Form zu verleihen. Dann sind die Zeitungen aus dem Silur an der Reihe; mit einem Erscheinungsdatum, das zwischen 444 und 416 Tagen zurück liegt. Sie legen wir oben auf unseren Ordovizium-Stapel. Danach legen wir die Devon-Zeitungen darauf und ganz am Schluss die aus dem Karbon. Die letzte Zeitung ganz oben auf dem Stapel erschien vor 320 Tagen (Tf. 17a). Diese Zahl (in Millionen Jahren ausgedrückt) steht für den Beginn der *variskischen Orogenese*, die 10 Millionen Jahre andauerte.
Dies ist der richtige Moment, um unseren Zeitungs-Gebirge-Bau zu unterbrechen und mit der Verformung zu beginnen. Dafür reicht ein seitlicher Schub auf den Stapel und dann fangen wir an, mit den Händen immer ein paar der verstreuten Blätter zu nehmen und miteinander zusammenzudrücken; dabei werden sie ordentlich durchgemischt, geknickt, zerrissen und zerknüllt (Tf. 17b).
Wenn wieder Ruhe eingekehrt ist, kann das vor uns liegende Ergebnis mit den Auswirkungen der *variskischen Orogenese* auf die antiken Gesteine Karniens aus den Ordovizium-Karbon verglichen werden. Einige Millionen Jahre lang waren die variskischen Gebirge der Erosion ausgesetzt, welche die zuoberst gelegenen Schichten-

17a-d_
Semplici fogli di giornale possono esemplificare le deformazioni subite dagli strati rocciosi

17a

ORDOVICIANO-CARBONIFERO
Si accumula una successione di depositi marini spessa alcuni chilometri

Pakete abtrug. In unserer Nachbildung nehmen wir einfach einige Seiten oder Seitenpacken, die sich im bunt gemischten Blätterberg ganz zuoberst befinden (Tf. 17c). Sie können sicher sein, dass so niemals ALLE Seiten einer bestimmten Tageszeitung weggenommen werden. Und auch die weggenommenen sind nur Seitenteile. Einem Geologen reichen unvollständige, herausgerissene Artikel, um den Sinn und den Inhalt der Zeitungsnachricht zu rekonstruieren. Dann, nach vielen Tagen des Stillstands kommt schließlich der Moment, wieder ordentlich neue Zeitungen anzusammeln. Wir legen sie auf den Haufen umgedrehter und zum Teil etwas zerfledderter Blätter (die jedoch noch immer gleich gut lesbar sind), der sich vor uns auf dem Boden befindet. An einigen Stellen liegt das Erscheinungsdatum weiter zurück (Oberkarbon), an anderen ist es etwas näher (Oberperm). In jedem Fall sind die vor 260 Tagen (Oberperm) gedruckten Blätter die ersten dieser neuen Serie, mit der alle von der *variskischen Orogenese* „deformierten Blätter" bedeckt werden. Tag für Tag legen wir nun weiter neue Zeitungsblätter immer jüngeren Datums waagrecht übereinander (Tf. 17d).
Wir unterbrechen erst einige Dutzend Tage (Jahrmillionen) vor der Gegenwart. Der Moment für die Simulation der *alpidischen Orogenese* ist gekommen. Erneut üben wir Schubdruck auf die alten und neuen Zeitungsblätter aus, die vor uns auf dem Boden liegen. Wieder mischen wir kräftig durcheinander, e folgen weitere Aufsplittungen und Faltungen. Alle Verformungen betreffen den gesamten Blätterberg auf dem Boden.
Und hier der Knackpunkt unseres Vergleichs: die ältesten Zeitungen werden am Ende unserer Rekonstruktion ZWEI MAL verformt worden sein, einmal von der *variskischen Orogenese* und einmal von der *alpidischen Orogenese*; die Zeitungen jüngeren Datums hingegen (weniger als rund 310 Tage/Jahrmillionen alt) nur EIN MAL, und zwar von der *alpidischen Orogenese*. Und genau diese Situation ist in den Karnischen Alpen anzutreffen, deren Gestein noch wie die Schlagzeilen auf den Blättern einer Tageszeitung lesbar sind. Dieses Mal scheint das Schatzkästchen der

scegliendoli tra quelli che, nell'ammasso mescolato e contorto di fogli, si trovano sopra a tutti (**Fig. 17c**). State sicuri che, così facendo, non verranno mai eliminate TUTTE le pagine di un quotidiano. E anche quelle asportate saranno solo parti di pagine. Al geologo basteranno articoli strappati e incompleti per ricostruire il senso e l'essenza della notizia.

Poi, dopo molti giorni di stasi, arriva il momento di riprendere ad accumulare, ordinatamente, nuovi quotidiani. Li appoggiamo sopra a quell'insieme di fogli contorti e in parte mutilati (ma ancora e sempre ugualmente ben leggibili) che stanno sul pavimento, di fronte a noi. In alcune zone cominciano prima (Carbonifero superiore), in altre un po' più tardi (Permiano superiore). In ogni caso i fogli di giornale datati 260 giorni fa (Permiano superiore) sono i primi di questa nuova serie a ricoprire tutti i 'fogli deformati'… dall'*orogenesi ercinica*.

Giorno dopo giorno, continuiamo a sovrapporre, orizzontalmente, nuovi fogli di quotidiani sempre più recenti (**Fig. 17d**). Ci fermiamo ad alcune decine di giorni-milioni di anni dal presente. È arrivato il momento di simulare l'*orogenesi alpina*. Applichiamo nuove spinte ai nostri fogli di giornale, vecchi e nuovi, accumulati di fronte a noi. Ancora mescolamenti, ancora frammentazioni e piegamenti. Tutte le deformazioni intersecano l'intera quantità di fogli presenti sul pavimento.

Ecco la forza di questo paragone: i quotidiani più vecchi alla fine della nostra ricostruzione

17b

CARBONIFERO
Tutto si deforma nelle profondità crostali! (orogenesi ercinica)

17c

CARBONIFERO
La catena ercinica via via che si solleva ed emerge dal mare è in parte erosa

17d

PERMIANO SUPERIORE
Sopra alla catena erosa iniziano ad accumularsi nuovi sedimenti (questa volta di pianura)

saranno stati deformati DUE VOLTE: dall'*orogenesi ercinica* e da quella *alpina*; i più recenti invece (quelli che hanno meno di circa 310 giorni-milioni di anni) UNA VOLTA SOLA, dall'*orogenesi alpina*. Questo è quanto si riscontra nelle Alpi Carniche, le cui rocce possono essere lette come si leggerebbero le notizie riportate sulle pagine dei quotidiani.

Questa volta lo scrigno delle Alpi Carniche sembra davvero avere dato il massimo. Stiamo per richiuderlo e deporlo quando un guizzo di luce, un brevissimo istante di chiarore, sembra scaturire da uno dei suoi quattro profondi angoli bui. È l'indizio che lo scrigno carnico è ancora ben lontano dall'essere stato svuotato. Ne solleviamo con misurata cura il fondo mobile, scoprendo all'istante altrettante inattese meraviglie. Il sottofondo appena svelato è colmo di impensabili novità.

Abbiamo tolto un'intercapedine che ci introduce nel "passato prossimo" delle Alpi Carniche. Una porta aperta sul **Quaternario**. Sugli ultimi due milioni di anni di storia geologica durante i quali nelle Alpi Carniche, così come in tutte le zone montuose, dettano legge le erosioni e i modellamenti, glaciali e fluviali, con la conseguente contemporanea ridistribuzione locale dei frammenti rocciosi strappati alle montagne. Grandi, piccoli e infinitesimi.

E dal profondo dello scrigno geologico scaturiscono nuove affascinati storie che questa volta cominciano col narrare le lotte titaniche tra Mare Adriatico e Mar Nero per la supremazia sulle acque superficiali del territorio carnico-pontebbano e tarvisiano.

Ad esse si sovrappongono ed intersecano le vicende dei ghiacciai e dell'abbandono delle loro morene. Queste ultime infine passano il testimone ai racconti delle grandi frane, capaci, con i loro improvvisi accumuli, di intasare i fondivalle bloccando lo scorrere delle acque e generando grandi e piccoli laghi, tanto cristallini quanto effimeri.

Sono storie che, una dopo l'altra, ci accompagnano verso il presente. Il finale che ciascuna di esse propone è un ulteriore colpo di pennello che si aggiunge al complesso e magistrale affresco geologico delle Alpi Carniche, portandolo verso l'aspetto che tutti noi quotidianamente abbiamo di fronte. Una versione finale, ma non definitiva; conclusa, ma non conclusiva. Questo perché anche la situazione presente, solo apparentemente statica ed immobile, col tempo è destinata a trasformarsi, assumendo il ruolo di un semplice fotogramma inserito nella infinita pellicola che registra l'evoluzione geologica di quel territorio che oggi conosciamo col nome di Alpi Carniche.

Karnischen Alpen wirklich Alles gegeben zu haben. Wir wollen es gerade wieder schließen und beiseite stellen, als ein kurz aufblitzendes Licht aus einer seiner vier tiefen und dunklen Ecken zu schießen scheint. Das ist ein unfehlbares Zeichen dafür, dass das Karnische Schatzkästchen noch lange nicht leer geräumt ist. Vorsichtig heben wir einen verstellbaren Boden an und entdecken sogleich viele unerwartete Kostbarkeiten. Der eben gelüftete „doppelte Boden" ist voller unvorstellbarer Neuheiten. Wir haben soeben einen Zwischenraum entfernt, der uns in die „jüngere Vergangenheit" der Karnischen Alpen führt. Eine offene Tür zum **Quartär**, zu den letzten zwei Millionen Jahren geologischer Geschichte während derer in den Karnischen Alpen (wie in allen Gebirgsgegenden) Erosion und Landschaftsmodellierungen durch Gletscher und Flüsse vorherrschen, mit der daraus bedingten lokalen Neuverteilung der den Bergen entrissenen Gesteinsfragmente. Große, kleine und winzig kleine. Und aus den Tiefen des geologischen Schatzkästchens sprudeln neue faszinierende Geschichten hervor, die diesmal von den gewaltigen Kämpfen zwischen dem Adriatischen und dem Schwarzen Meer um die Vormachtstellung beim Oberflächenwasser der Gebiete Karnien, Pontebba und Tarvis handeln. Diese Kämpfe überlagern und überschneiden sich mit der Geschichte der Gletscher und der von ihnen zurückgelassenen Moränen. Diese geben schließlich das Wort an die Erzählungen von den großen Bergstürzen ab, die mit ihren plötzlichen Gesteinsansammlungen ganze Talsohlen verstopfen konnten, wobei der Gewässerfluss gestoppt wurde und große und kleine Seen entstanden, die so kristallklar wie kurzlebig waren. Eine nach der anderen begleiten uns diese Geschichten in Richtung Gegenwart. Das Finale einer jeden Geschichte ist wie ein weiterer Pinselstreich im komplexen und meisterhaften Geologie-Fresko der Karnischen Alpen und macht deren Aussehen immer mehr zu dem, was wir tagtäglich vor uns haben. Eine Art vorläufige Endversion: abgeschlossen, aber nicht endgültig. Das ist so, weil auch

ESISTONO DIFFERENZE GEOLOGICHE TRA CARNIA, CARINZIA E COMELICO?

Le Alpi Carniche si estendono su un territorio a forma di cuneo irregolare, rastremato verso oriente. Iniziano, a ovest, in corrispondenza del Passo di Monte Croce di Comelico – tra il Cadore e l'Alto Adige – per chiudersi poi appena dopo Tarvisio. Da lì in poi, verso est, lasciano il posto alle Karawanke, catena montuosa collocata tra Austria e Slovenia.

Geograficamente le Alpi Carniche racchiudono la Carnia, parte dei territori Pontebbano e Tarvisiano, il Comelico e un tratto del Cadore, assieme alla striscia di Carinzia compresa tra il confine italo-austriaco e la Valle del Fiume Gail. Tanto dal punto di vista *orografico-idrografico* quanto geologico, le Alpi Carniche sono tutt'altro che un'entità omogenea. Proviamo a semplificare il concetto. *Orografia* significa "distribuzione dei rilievi montuosi" ed è un concetto direttamente collegato all'*idrografia*, ossia la "distribuzione dei corsi torrentizi e fluviali". A ben vedere, all'*idrografia* si deve la presenza delle valli e – come logica conseguenza – anche dei monti.

Vallate e montagne insieme, danno forma al territorio. Sotto quella FORMA si cela il

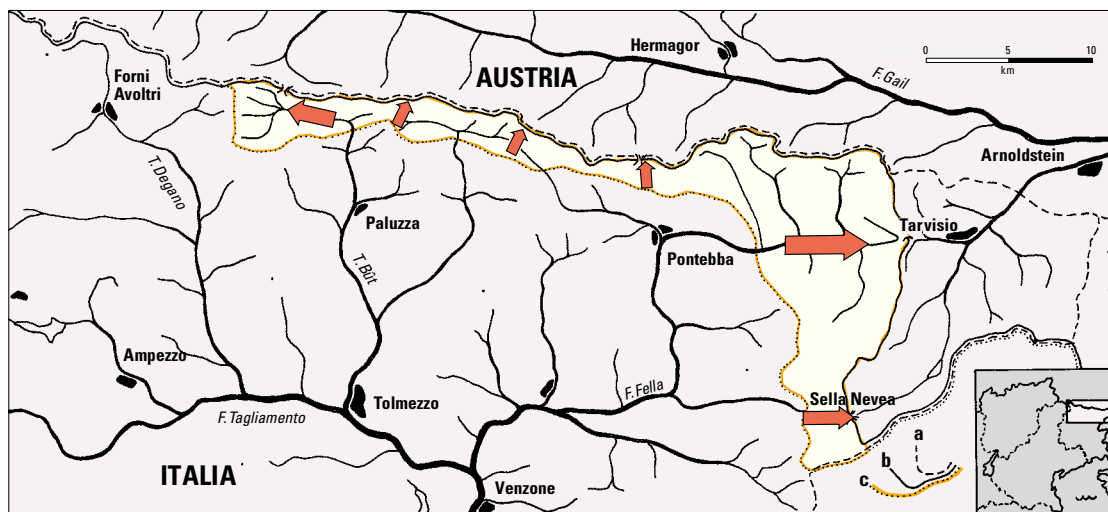
18_*Il massiccio del Monte Peralba – al confine fra Friuli, Veneto e Carinzia – è costituito da calcari metamorfosati durante l'orogenesi* ercinica

die derzeitige Lage nur scheinbar statisch und unveränderlich ist, sich mit der Zeit jedoch verändern wird und schließlich nur einfach ein weiteres Fotogramm in der unendlichen Filmrolle sein wird, welche die geologische Evolution des uns als Karnische Alpen bekannten Gebiets dokumentiert.

GIBT ES GEOLOGISCHE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN KARNIEN, KÄRNTEN UND COMELICO?

Die Karnischen Alpen erstrecken sich über ein unregelmäßig keilförmiges Gebiet, das sich gegen Osten verjüngt. Ihr Anfang liegt im Westen am Kreuzbergpass zwischen dem Cadore und Südtirol und reicht bis kurz nach Tarvis. Von dort aus gesehen nach Osten schließt sich der entlang der österreich-slowenischen Grenze verlaufende Bergzug der Karawanken an.

Geologisch gesehen schließen die Karnischen Alpen Karnien, Teile der Landkreise Pontebba und Tarvis, den Landkreis Comelico und einen Landstrich des Cadore ein; ferner den Streifen Kärntens zwischen der österreich-italienischen Grenze und dem Gail-Tal.

Sowohl aus *orografisch-hydrografischer*, als auch aus geologischer Sicht sind die Karnischen Alpen alles andere als ein homogenes Gebilde. Zur Erklärung der Begriffe: die *Orografie* beschäftigt sich u.a. mit dem „Verlauf und der Anordnung von Gebirgen" und ist damit direkt mit dem Begriff der *Hydrografie* verbunden, also mit der „Verteilung von Bach- und Flussläufen". Bei genauerer Betrachtung verdankt man der *Hydrografie* das Vorhandensein der Täler und – als logische Folgerung – auch der Berge. Täler und Berge zusammen genommen, verleihen einem Gebiet seine FORM. Unter dieser Form versteckt sich der INHALT: Gestein und Sedimente. Schließen wir die

19_*Le frecce indicano lo spostamento dello spartiacque fra Mare Adriatico e Mar Nero nell'ultimo milione di anni; a) confine di Stato, b) spartiacque attuale, c) spartiacque circa un milione di anni fa*

CONTENUTO: le rocce e i sedimenti. Se escludiamo i sottili depositi superficiali, ancora considerabili sedimenti, le rocce possono essere ritenute l'eredità antica di un territorio.

Le rocce delle Alpi Carniche sono un CONTENUTO che in parte risale all'antico Paleozoico. I corrispondenti depositi sono strati e livelli che risalgono fino a quasi mezzo miliardo di anni fa. Al contrario, l'*orografia* e la gemella *idrografia* sono l'espressione più recente delle modificazioni di un territorio. E quando noi geologi diciamo "recente" intendiamo età che coprono circa gli ultimi 2 milioni di anni della sua evoluzione. Un istante, se paragonato al mezzo miliardo di anni del suo CONTENUTO!

Dopo questa premessa riusciremo forse a comprendere meglio le disomogeneità presenti nelle Alpi Carniche. Inizieremo proprio dalla storia più recente, quella della FORMA.

Apparentemente i solchi vallivi e i rilievi, da occidente ad oriente, paiono susseguirsi e intercalarsi con ripetitiva regolarità. Basterà però seguire le direzioni di deflusso delle acque superficiali che bagnano le valli delle Alpi

dünnen Ablagerungen an der Oberfläche einmal aus, die noch immer als loses Sediment und nicht als Gestein zu betrachten sind, so ist das Gestein das antike Erbe eines jeden Gebiets.
Das Gestein der Karnischen Alpen ist ein INHALT der teilweise auf das Erdaltertum zurück geht. Die entsprechenden Ablagerungen sind Schichten und Lagen, die fast eine halbe Milliarde Jahre zurückliegen. Im Gegensatz dazu sind die *Orografie* und ihr Zwillingsgebiet, die *Hydrografie*, der jüngste Ausdruck der Veränderungen in einem Gebiet.
Und wenn wir Geologen von „jung" sprechen, dann meinen wir damit ein Alter, das in etwa die letzten 2 Millionen Jahre seiner Evolution abdeckt. Also ein kleiner Augenblick, verglichen mit der halben Milliarde Jahre die sein INHALT auf dem Buckel hat! Dies vorausgeschickt, können wir vielleicht besser die uneinheitlichen Gegebenheiten der Karnischen Alpen verstehen. Fangen wir am besten mit der jüngeren Geschichte an, also mit der FORM.
Offensichtlich folgen die Taleinschnitte und die Erhebungen von Westen nach Osten wechselweise und in wiederholter Regelmäßigkeit aufeinander. Doch folgt man dem Verlauf der abfließenden Oberflächengewässer in den Tälern der Karnischen Alpen ist ein auffälliger und besonderer Unterschied klar erkennbar: Nicht alle Gewässer innerhalb der Karnischen Alpen münden in dasselbe Meer! Sie fließen zu ungleichen Teilen in die Adria und in das 2.000 km entfernte Schwarze Meer. Stellen wir uns einmal vor,

Carniche per accorgersi di una vistosa quanto particolare differenza. Non tutte le acque che solcano i territori delle Alpi Carniche sfociano nello stesso mare. Se le spartiscono, in proporzioni non equivalenti, il Mare Adriatico e, a 2.000 chilometri di distanza, il Mar Nero.

Immaginiamo allora di colorare i due domìni in modo differente: azzurri i territori drenati dal Mare Adriatico, verdi quelli del Mar Nero. Sarà facile e intuitivo dipingere di verde l'intera Valle del Fiume Gail, fino al confine italo-austriaco, coincidente con il crinale di spartiacque tra i due mari (spartiacque di prim'ordine, **Fig. 19**). Risulterà invece meno immediato scegliere di pitturare di verde anche gran parte del territorio tarvisiano (circa 100 chilometri quadrati). Sì, perché pur trovandosi politicamente in Italia, la sua natura idrografica è ancora… austro-ungarica, dato che le sue acque si riversano – via Sava-Drava-Danubio – nel Mar Nero.

Anche all'interno del "territorio azzurro", le cui acque scendono verso l'Adriatico, si riscontrano delle disomogeneità, seppure di rango inferiore. In questo caso sono due i grandi fiumi che si spartiscono le acque di superficie: il Tagliamento a oriente, e il Piave ad occidente. Il confine fra i due sottodomìni idrografici (spartiacque di second'ordine) corre, in territorio carnico, appena a ovest di Forni Avoltri e di Forni di Sopra, per poi passare, più a sud, quasi in corrispondenza della diga del Vajont.

Queste dunque sono le disomogeneità delle Alpi Carniche riferibili alla FORMA. Quelle relative al CONTENUTO partono da presupposti altrettanto coinvolgenti e affascinanti, seppure profondamente differenti dai precedenti. Mentre le prime disomogeneità sono la diretta conseguenza delle erosioni fluviali (e glaciali) sul territorio, le seconde sono il risultato di deformazioni poderose che hanno colpito la Carnia poco più di 300 milioni di anni fa. Stiamo riferendoci proprio a quell'***orogenesi ercinica*** che stritolò nella sua morsa le rocce dei territori nord-orientali e che precedette di almeno 250 milioni di anni quella ***alpina***.

Se capitate dalle parti di Forni Avoltri, nella Carnia più settentrionale, e da lì vi spostate verso Sappada, in Comelico, procedendo poi ancor più a ovest e addentrandovi nel Cadore settentrionale, non mancherete di notare una differenza abissale tra le rocce paleozoiche carniche e quelle, sempre paleozoiche, dei territori bellunesi. La diversità può essere spiegata riprendendo il paragone dei fogli di giornale (v. pag. 26-27).Torniamo allora all'istante (geologico) in cui la pila di quotidiani è spinta di lato e hanno inizio le compressioni erciniche capaci di rimescolare i fogli sul pavimento. In precedenza l'esempio riguardava le zone prettamente carniche. Ora aumentiamo la quantità dei vecchi fogli e con essi copriamo l'intero pavimento. Facciamo conto che quelli che occupano la parte occidentale della stanza corrispondano alle zone bellunesi (Comelico e Cadore).

Per scompaginare questi ultimi fogli, e solo questi (simulando gli effetti dell'***orogenesi***

die beiden Wassereinzugsgebiete mit unterschiedlichen Farben zu markieren: mit Blau die Entwässerungsgebiete in die Adria und mit Grün die Entwässerungsgebiete ins Schwarze Meer. Nun ist es leicht und auch offensichtlich, das gesamte Gailtal grün anzumalen bis zur österreich-italienischen Grenze, die gleichzeitig die Kammwasserscheide zwischen den beiden Meeren ist (Wasserscheide 1. Ordnung, Tf. 19).
Es wird jedoch schon schwieriger, wenn wir auch einen Großteil des Gebiets um Tarvis (ca. 100 km²) grün anmalen sollen. Ja, denn obwohl sich dieses Gebiet aus politischer Sicht in Italien befindet, gehört es hydrografisch noch immer zu … Österreich-Ungarn, da seine Gewässer über Sava, Drau und Donau ins Schwarze Meer fließen.
Auch innerhalb des „blauen Gebiets“, dessen Gewässer in die Adria entwässern, sind solche „Unregelmäßigkeiten“ vorhanden, wenn auch in kleinerem Ausmaß. In diesem Fall gibt es zwei große Flüsse, die sich die Oberflächengewässer teilen: der Tagliamento im Osten und der Piave im Westen. Die Grenze zwischen den beiden hydrografischen Einzugsgebieten (Wasserscheiden 2. Ordnung) verläuft auf karnischem Gebiet knapp westlich von Forni di Sopra und dann weiter südlich fast genau am Vajont-Staudamm vorbei.
Dies also sind die Unregelmäßigkeiten der Karnischen Alpen in Bezug auf die FORM. Die INHALT-lichen Unregelmäßigkeiten setzen bei ebenso interessanten und faszinierenden Gegebenheiten an, die sich

20

20_*Lungo la zona di Bordaglia passa la faglia omonima che geologicamente "separa" Cadore e Carnia*

21_
*Anche un treno può servire per rappresentare l'accavallamento delle rocce metamorfiche del Cadore su quelle sedimentarie della Carnia. La sovrapposizione dei due giganteschi volumi di rocce è stato l'ultimo atto dell'*orogenesi ercinica

ercinica), non useremo solo le mani. Ci passeremo e ripasseremo sopra con un paio di scarponi (deformazioni più intense!) e, non contenti, strusceremo più volte le suole, per di più bagnate di pioggia. L'opera è compiuta.

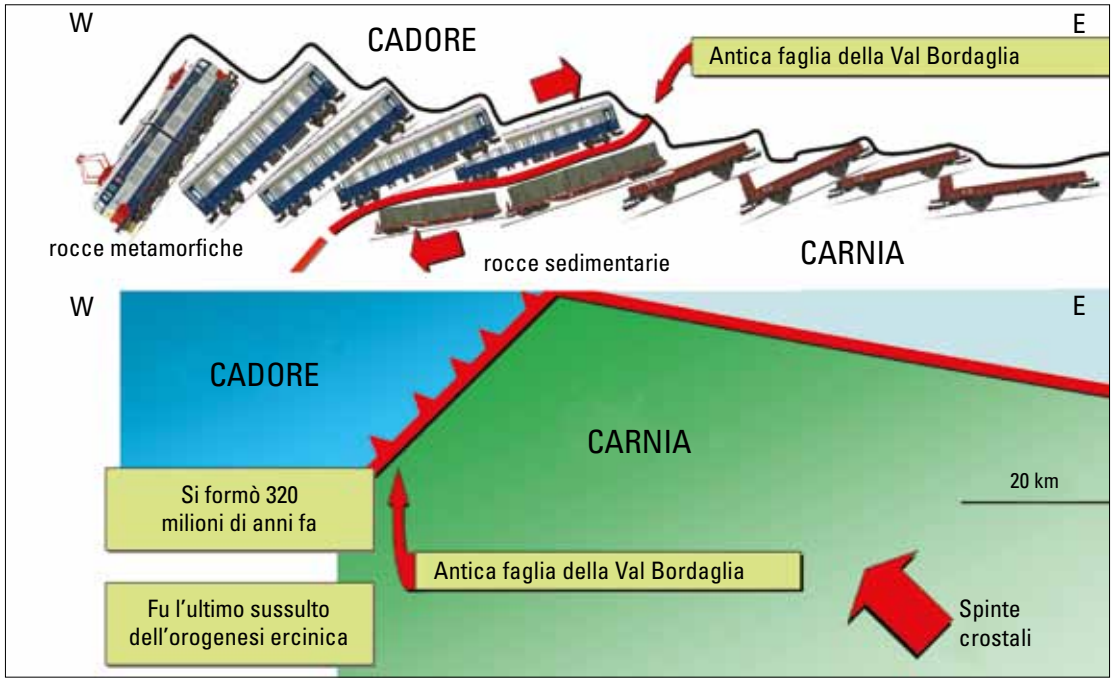
Provando a guardare da vicino quei fogli "occidentali" di giornale noteremmo non solo le intense spiegazzature, molto più forti di quelle dei fogli "orientali", quelli carnici, ma osserveremo anche che l'inchiostro della stampa, colando da una riga all'altra, ha reso illeggibile ogni notizia.

Ecco la grande disomogeneità esistente tra le rocce paleozoiche occidentali (ordoviciano-carbonifere), del Comelico-Cadore-Alto Adige e quelle, coeve, dei territori carnici. Le prime sono state deformate dall'*orogenesi ercinica* a tal punto da metamorfosarsi. Le seconde, invece, sono rimaste… così com'erano in origine. Questo a causa della minore profondità crostale che occupavano durante le compressioni e grazie alla loro posizione, più periferica rispetto al nucleo dell'antica catena ercinica (**Fig. 20**).

Questo vuol dire che la successione rocciosa occidentale ha perso irrimediabilmente la capacità di trasmettere le notizie che conteneva al proprio interno, ossia le informazioni relative agli ambienti (paesaggi) in cui gli originari strati si erano formati, nonché il loro contenuto fossile.

Per fare sì che il paragone si adatti fino in fondo alla realtà, alla situazione geologica dei territori dove marcata, e soprattutto

jedoch völlig von den vorherigen unterscheiden. Während die ersten Unregelmäßigkeiten eine direkte Folge der fluvialen (und glazialen) Erosionen im Gebiet sind, gehen die zweiten auf mächtige Verformungen zurück, denen Karnien vor mehr als 300 Millionen Jahren ausgesetzt war. Und tatsächlich sprechen wir von der *variskischen Orogenese*, die das Gestein der nordöstlichen Gebiete zermalmte und mindestens 250 Millionen Jahre vor der *alpidischen Orogenese* stattfand.
Sollten Sie einmal in die Gegend von Forni Avoltri, in den nördlichsten Teil Karnien kommen und von dort aus in Richtung Sappada, im Landkreis Comelico fahren, gelangen Sie weiter westlich in den Cadore und sofort wird Ihnen ein entscheidender Unterschied zwischen dem paläozoischen Gestein Karniens und dem Gestein der Gebiete um Belluno, ebenfalls paläozoischen Ursprungs, auffallen. Diese Unterschiedlichkeit kann wieder mit Hilfe des Zeitungsblätterberg-Vergleichs (S. 26-27) erklärt werden.

21

Kehren wir zum (geologischen) Augenblick zurück, an dem der Zeitungsstapel seitlich verschoben wird und die variskischen Druckkräfte zu wirken beginnen, mit denen die Blätter auf dem Boden neu vermischt werden können. Zuvor betraf unser Beispiel nur die rein karnischen Gebiete. Nun steigern wir die Menge der alten Blätter und bedecken damit den ganzen Zimmerboden. Die Blätter im westlichen Teil des Zimmers entsprechen den Belluneser Zonen (Comelico und Cadore).
Um diese Blätter, und nur die letztgenannten, durcheinander zu bringen (Simulation der Auswirkungen der *variskischen Orogenese*), verwenden wir nicht nur die Hände. Wir laufen mit Wanderstiefeln immer wieder darüber (stärkere Verformungen!) und schlurfen dann – noch immer nicht zufrieden – mit den am besten regennassen Schuhsohlen mehrmals über die Blätter. Das Werk ist vollendet! Betrachten wir nun diese Zeitungsblätter „im Westen“, so erkennen wir nicht nur die ausgeprägten Knitterfalten , die

improvvisa, è la transizione tra i due tipi di rocce (metamorfiche e non), è necessario compiere un'operazione finale, simulando l'ultimo effetto deformativo dell'*orogenesi ercinica* sull'enorme volume roccioso dei territori nord-orientali.

Le spinte laterali sull'ammasso dei fogli di giornale deve proseguire. Per le compressioni erciniche non è ancora detta la parola fine. I fogli "occidentali", più deformati, più compatti, più impastati, si comportano come un blocco omogeneo. Durante quest'ultima fase di compressione cominciano ad accavallarsi sui fogli "orientali", e li sovrastano ricoprendoli.

Nella realtà, durante le compressioni carbonifere (erciniche), tra le rocce metamorfiche del Comelico-Cadore e quelle del comparto carnico si è formata una superficie di rottura molto estesa ed importante. In breve tempo la lacerazione si è evoluta in una faglia (accavallamento). La sua superficie di movimento era debolmente inclinata verso ovest (**Fig. 21**).

Come conseguenza le rocce carniche si sono letteralmente infilate sotto a quelle del Comelico-Cadore. Insieme si sono comportate come due gigantesche tegole embricate, inclinate verso occidente. La quantità di "tegola carnica" sparita sotto alla "tegola comelicana" potrebbe essere stata di almeno 20-30 chilometri. Prima di questo effetto, sicuramente esisteva una fascia intermedia, formata da rocce, per così dire, di transizione, che da sedimentarie passavano progressivamente a metamorfiche.

22_*La Conca di Sappada come appare dal Monte Siera; sullo sfondo il Monte Rinaldo*

sehr viel stärker als die der Blätter „im Osten", d.h. in Karnien sind, sondern uns fällt ebenfalls auf, dass die Druckerschwärze verlaufen ist und alle Nachrichten unlesbar geworden sind. Und genau das ist der große Unterschied zwischen dem westlichen paläozoischen Gestein (Ordovizium-Karbon) im Gebiet Comelico-Cadore-Südtirol und dem „modernen" Gestein der karnischen Gebiete. Das im Westen wurde von der *variskischen Gebirgsbildung* so verformt, dass es metamorphosierte. Das Gestein im Osten hingegen blieb in seiner ursprünglichen Form erhalten. Der Grund dafür ist die geringere Erdkrustentiefe, in der sich das Gestein während der Kompressionen befand und seine periphere Lage bezüglich des Kerngebiets der antiken variskischen Bergkette.
Dies bedeutet, dass die im Westen gelegene Gesteinsabfolge unwiderruflich die Fähigkeit verloren hat, die in ihr gespeicherten Nachrichten bzw. Informationen bezüglich der Lebensräume (Landschaften), in denen sich die ursprünglichen Schichten bildeten, zu überliefern; Gleiches gilt auch für ihren fossilen Inhalt.
Damit sich unser Vergleich vollständig der Realität der geologischen Lage der Gebiete anpasst, wo der Übergang zwischen den beiden Gesteinsarten (metamorph und nicht metamorph) sehr deutlich ist und vor allem sprungartig auftritt, muss ein abschließendes „Ereignis" stattfinden, mit dem die letzten verformenden Auswirkungen der *variskischen Gebirgsbildung* auf die enorme Gesteinsmasse der nordöstlichen Gebiete simuliert werden können.
Die seitlichen Schübe auf den Zeitungsblätterberg müssen weiter gehen, denn bei den variskischen Kompressionsschüben ist das letzte Wort noch nicht gesprochen.
Die „westlichen" Blätter, stärker verformt, zusammengepresst und zermatscht, verhalten sich wie ein homogener Block. In dieser letzten Kompressionsphase beginnen sie sich mit den „östlichen" zu überlagern, sich darüber zu schieben und sie zu bedecken.
In Wahrheit hat sich während der Kompressionen im Karbon (variskische Kompressionen) zwischen dem Metamorphgestein von Comelico-Cadore und dem Gestein des karnischen Abschnitts eine sehr ausgedehnte und bedeutende Bruchfläche gebildet. In kurzer Zeit verwandelte sich dieser Riss in eine Verwerfung (Überlagerung). Die Bewegungsfläche war schwach nach Westen fallend (Tf. 21).
Als Folge hat sich das karnische Gestein buchstäblich unter die Gesteinsmassen des Comelico-Cadore-Gebiets geschoben. Danach

verhielten sie sich wie zwei gewaltige nach Westen geneigte Dachziegel.
Die Menge an „Karnischem Ziegel", die unter dem „Comelico-Ziegel" verschwunden ist, könnte mehr als 20 Kilometer groß gewesen sein.
Vor diesem Verschiebungseffekt gab es sicherlich eine Schicht zwischen den beiden, die aus einer Art „Übergangs-Gestein" bestand, das sich von Sediment- schrittweise in Metamorphgestein verwandelt hat.
Durch diese letzen Auswirkungen der variskischen Orogenese ist diese Schicht jedoch in der Tiefe verschwunden, verschluckt von der neuen Gesteinsanhäufung. Hieraus ergibt sich für beide Gebiete der makroskopische Unterschied der jeweiligen Gesteine, die entlang einer einfachen Berührungslinie nebeneinander und gegenüber liegen.
Einige unter Euch könnten sich jetzt fragen: *Aber wer oder was garantiert mir, dass diese Überlagerung der beiden „geologischen Ziegel" – dem karnischen und dem comelicanischen Ziegel – tatsächlich vor mehr als 300 Millionen Jahren während der variskischen Orogenese stattgefunden haben und nicht viel später, während der alpidischen Kompressionen?*
Und wieder einmal gibt uns der Zeitungsblätterberg die Antwort: Nachdem die großen variskischen Verformungen beendet und die daran anschließenden notwendigen Erosionen abgeschlossen waren, wurde das gesamte Gebiet der späteren Karnischen Alpen eingeebnet und verwandelte sich 40 Millionen Jahre später in das riesige Perm-Flachland (Tf. 22).
Neue gleichförmige und regelmäßige Zeitungsblätter-Lagen (Sand und rote Schlämme) bedeckten, was die *variskische Orogenese* angenähert und nebeneinander gestellt hatte. In den Zonen von Comelico und dem Cadore lagerten sich die „roten Blätter" waagrecht über dem metamorphen Gestein ab; in den karnischen Gebieten dagegen bedeckten sie das Sedimentgestein. Die Verschiebung, Annäherung und Überlappung der beiden Gesteinstypen musste daher

Ora, dopo quest'ultimo effetto dell'*orogenesi ercinica*, quella fascia è scomparsa in profondità, inghiottita sotto il nuovo accavallamento. Da qui scaturisce, per i due territori, la differenza macroscopica delle rispettive rocce, affiancate e contrapposte lungo una semplice linea di contatto.

Qualcuno tra voi potrebbe domandarsi: ***Ma chi o cosa ci garantisce che questa embricazione tra le due "tegole geologiche", carnica e comelicana, sia veramente avvenuta più di 300 milioni di anni fa, durante l'orogenesi ercinica, e non, invece, molto tempo dopo, durante le compressioni alpine?***

Ancora una volta è l'esempio dei fogli di giornale a darci la risposta. Terminate le grandi deformazioni erciniche, e concluse le successive indispensabili erosioni, tutto il territorio delle future Alpi Carniche fu livellato e, 40 milioni di anni più tardi, si trasformò nell'immensa pianura permiana.

Nuovi fogli di giornale (sabbie e fanghi rossi), uniformi e regolari, coprirono quanto l'***orogenesi ercinica*** aveva avvicinato e giustapposto. Nelle zone del Comelico e Cadore i "fogli rossi" si sovrapposero, orizzontali, alle rocce metamorfiche; nelle aree carniche, invece, ricoprirono le rocce sedimentarie. La traslazione, l'avvicinamento e la sovrapposizione dei due tipi di roccia doveva dunque essere già avvenuta prima che i "fogli rossi" permiani si estendessero all'intero pavimento.

Nelle Alpi Carniche, anche per la geologia, così come per l'*orografia-idrografia*, alla disomogeneità geologica maggiore se ne affianca una di rango minore. Minore sì, ma in questo caso capace di originare una successione rocciosa unica in campo europeo e nota in tutto il mondo: il cosiddetto Permo-Carbonifero Pontebbano, che dà il meglio di sé nel settore di Lanza-Pramollo.

Vale la pena di comprendere la ragione di questa differenza, dato che le rocce di questo particolare tipo sono presenti solo lì, nel settore pontebbano-tarvisiano e, in modo molto più ridotto e meno appariscente, presso Forni Avoltri.

Occorre, ancora una volta, tornare indietro nel tempo, al Carbonifero. Ci fermeremo proprio nel momento in cui la strutturazione della ***catena ercinica*** aveva raggiunto il suo completamento. Dobbiamo osservare con attenzione gli istanti compresi tra la fine delle grandi compressioni erciniche – con la traslazione e accavallamento dei due settori, carnico e comelicano – e l'inizio della grande pianura rossa che ricoprì ogni cosa.

Parliamo di istanti geologici, ma si trattò di un intervallo temporale lungo oltre 40 milioni di anni. Quello che si verificò durante questo lasso di tempo è facile da percepire.

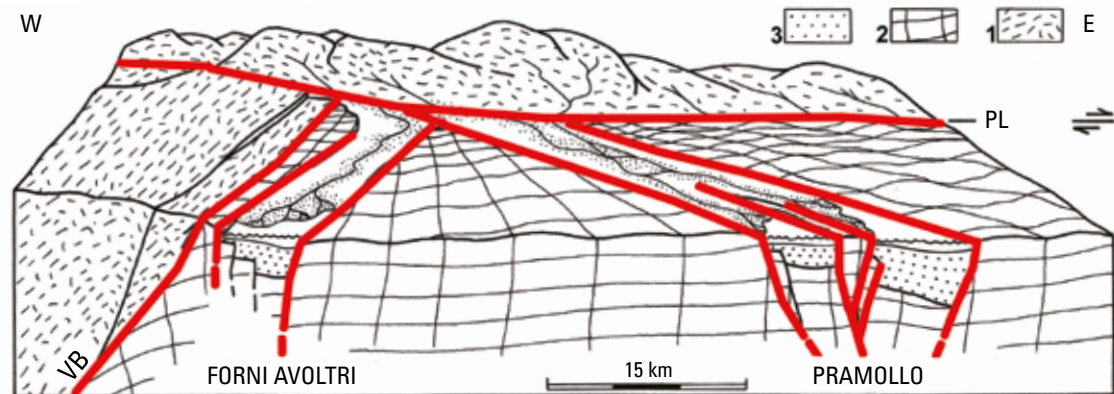
L'intera area occupava una posizione molto prossima all'equatore (4°N di latitudine). L'***orogenesi ercinica*** vi aveva generato una catena con rilievi non eccessivamente elevati. Su di essi

aveva cominciato ad agire l'erosione torrentizia e fluviale. Fu a questo punto, circa 300 milioni di anni fa (Carbonifero superiore) che qualcosa accadde. Improvvisamente, alcuni settori del territorio carnico di allora iniziarono a sprofondare. Potremmo aggiungere che, osservati dall'alto, essi apparivano come enormi rettangoli lunghi fino a 50 chilometri e larghi 15.

Uno in particolare sarebbe diventato famoso quasi 300 milioni di anni più tardi. Era quello che oggi a distanza di tempo, di molto tempo, chiamiamo *bacino di Pramollo* o *bacino di Lanza-Pramollo*. Più che un rettangolo potremmo definirlo una sorta di parallelepipedo. Ecco, un'enorme scatola il cui fondo, durante quasi 40 milioni di anni, continuò ad andare giù, sempre più giù (**Fig. 23**).

Quando questo accade, non pensiate che si formi un *buco* nel territorio, e magari che col tempo diventi sempre più profondo. Tutt'altro. Fosse di questo genere richiamano continuamente al loro interno acque e detriti che… pareggiano i conti. Sempre nuovi sedimenti si aggiungono nella "fossa geologica", continuando a mantenerne la superficie sempre "a livello". Anche il *bacino di Lanza-Pramollo* seguì questa evoluzione. Più il fondo della scatola, stretta e lunga, seguitava ad abbassarsi, più diventava spessa la successione sedimentaria che si accumulava sopra ad esso (**Fig. 24**).

24

23

23_*In rosso le faglie che nel permo-carbonifero delimitavano gli "scatoloni sprofondanti" di Forni Avoltri e di Pramollo-Lanza.*
1) *Basamento metamorfico ercinico;*
2) *catena paleocarnica non metamorfosata;*
3) *depositi permo-carboniferi*

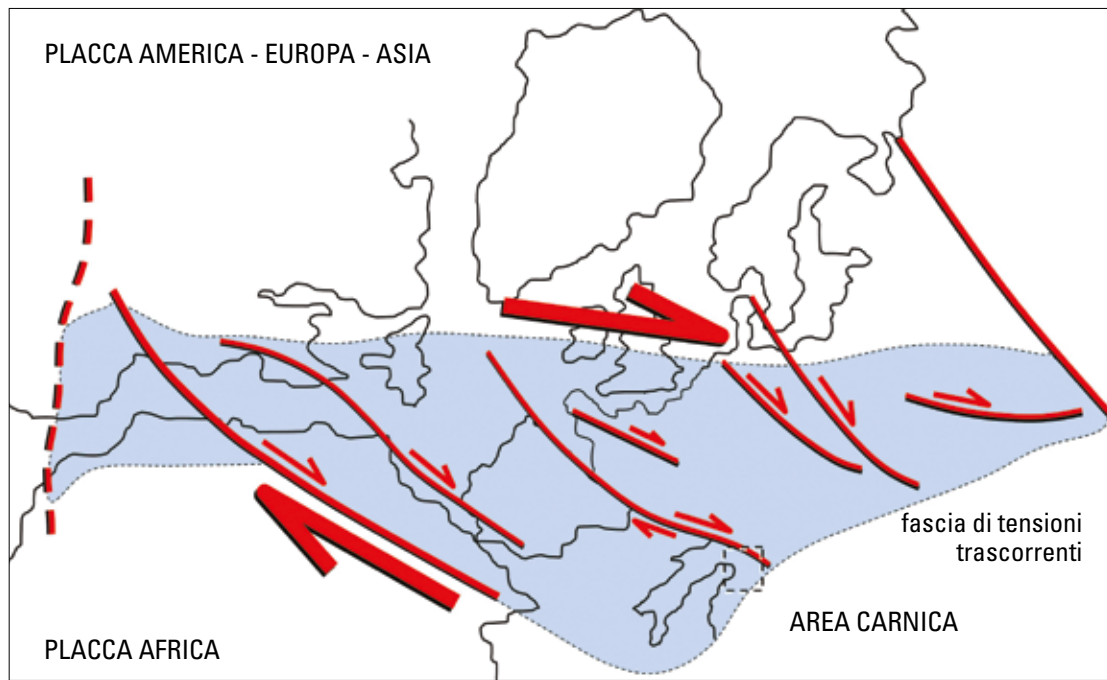
24_*La piana di Lanza; sullo sfondo la Creta di Aip*

25_*Il Cason di Lanza, situato nell'omonima area prativa pianeggiante che forma lo spartiacque tra il sistema idrografico Bût-Chiarsò e quello Fella-Pontebbana*

25

schon geschehen sein, bevor die „roten Blätter" aus dem Perm sich über den gesamten Fussboden ausbreiteten.
In den Karnischen Alpen kommt aufgrund der geologischen, aber auch der orografisch-hydrografischen Gegebenheiten zur größeren geologischen Unregelmäßigkeit noch eine Unregelmäßigkeit kleineren Ausmaßes hinzu. Sie ist zwar kleiner, doch dennoch in der Lage, eine Gesteinsabfolge zu schaffen, die in ihrer Art einzigartig in Europa und in der ganzen Welt bekannt ist: das so genannte „Permo-Carbonifero Pontebbano" (Perm-Karbon-Schichten von Pontafel), das besonders im Sektor Lanzen-Nassfeld am besten aufgeschlossen ist.
Es lohnt sich, den Grund für diesen Unterschied zu kennen, da dieser spezielle Gesteinstyp nur dort, im Sektor Pontafel-Tarvis, und in kleinerem Ausmaß bei Forni Avoltri vorhanden ist.
Wir müssen wieder einmal einen Sprung zurück in der Zeit machen – diesmal ins Karbon. Wir bleiben genau in dem Moment stehen, in dem der Aufbau der variskischen Bergkette abgeschlossen war. Wir müssen besonders auf die Augenblicke achten, die zwischen dem Ende der großen variskischen Kompressionen – mit Verschiebung und Überlagerung des karnischen und comelicanischen Sektors – und dem Beginn der riesigen, alles bedeckenden roten Ebene liegen. Wir sprechen von geologischen Augenblicken, doch in Wirklichkeit dauerten sie über 40

Il meccanismo, pur con alterne vicende, durò per gran parte del Carbonifero superiore e proseguì nel successivo Permiano inferiore. Non a caso la caratteristica successione rocciosa che si è raccolta al suo interno è denominata Permo-Carbonifero Pontebbano. Complessivamente ha raggiunto 2.200 metri di spessore. Più di due chilometri, non sono una sciocchezza se immaginati… verticalmente! Ma per comprenderne l'esatto significato geologico dobbiamo rapportarli anche alle altre due dimensioni del nostro "scatolone" sprofondante.

Se proviamo, con le dovute proporzioni, a disegnare il parallelepipedo che riassume la forma originaria del *bacino di Lanza-Pramollo*, scopriamo che in fondo la sua profondità massima era solo un settimo della sua larghezza. I lati lunghi di questa gigantesca scatola sono ancora oggi ben riconoscibili sul terreno, nonostante gli effetti delle successive compressioni alpine. Erano (e sono ancora oggi) orientati N120°.

26_*Durante il Permo-Carbonifero il caratteristico movimento laterale (trascorrente) tra le masse dell'Europa e dell'Africa fu alla base delle estese lacerazioni crostali che, nel nostro caso, diedero il via agli abbassamenti degli "scatoloni" di Pramollo-Lanza e di Forni Avoltri*

Millionen Jahre. Die Ereignisse innerhalb dieser Zeitspanne sind einfach zu verstehen.
Das gesamte Gebiet lag sehr nahe am Äquator (4°N Breite). Die *variskische Orogenese* hatte dort eine Gebirgskette mit nicht sehr hohen Erhebungen geschaffen. Diese war dann der Erosion durch Gebirgsbäche und Flüsse ausgesetzt, bis schließlich vor rund 300 Millionen Jahren (Oberkarbon) urplötzlich einige Sektoren des damaligen Gebiets Karniens abzusinken begannen. Aus der Vogelperspektive betrachtet, sahen diese Sektoren aus wie riesige Rechtecke mit einer Länge von bis zu 50 km und einer Breite von 15 km.
Besonders eines davon sollte fast 300 Millionen Jahre später berühmt werden: das Gebiet, das wir heute, nach langer, sehr langer Zeit das „*Nassfeld-Becken*" bzw. „*Lanza-Nassfeld-Becken*" nennen. Es ähnelt eher einem Parallelepiped, als einem Rechteckt – wie eine riesige Kiste, deren Boden sich im Verlauf von fast 40 Millionen Jahren immer tiefer und tiefer absenkte.
Wenn so etwas passiert, dann denken Sie nicht, es entstünde ein *Loch* im Gebiet und es würde mit der Zeit immer tiefer werden! Ganz im Gegenteil. Gruben dieser Art werden ständig mit Wasser und Schuttmassen aufgefüllt, die eine ausgleichende Wirkung auf die Gesamtbilanz haben. Und so kommen immer neue Sedimente in diese „geologischen Grube" und halten die Oberfläche stets „eben". Auch das *Lanza-Nassfeld-Becken* durchlief diese Evolution. Je mehr sich der Boden der langen, engen Kiste weiter absenkte, desto mächtiger wurde die Sedimentabfolge, die sich darüber ansammelte. Dieser Vorgang dauerte mit vielem Hin und Her über einen Großteil des Oberkarbons und ging auch im anschließenden Unterperm weiter.
Nicht aus Zufall wurde die eigentümliche Gesteinsabfolge, die sich im Grubeninneren angesammelt hat, als „Permo-Carbonifero Pontebbano" (Perm-Karbon von Pontafel) bezeichnet. Die Gesamtmächtigkeit beträgt 2.200 Meter. Das sind mehr als 2 Kilometer – keine Kleinigkeit, stellt man sie sich als eine senkrecht stehende Wand vor! Doch um die genaue geologische Bedeutung zu verstehen, müssen wir sie mit den anderen beiden Dimensionen unserer „Kiste" mit dem absinkenden Boden in ein und denselben Maßstab setzen. Wenn wir versuchen, mit den entsprechenden Proportionen ein Parallelepidon zu zeichnen, das die ursprüngliche Form des *Lanza-Nassfeld-Beckens* besitzt, so stellen wir fest, dass am Boden seine maximale Tiefe nur ein Siebtel (1/7) seiner Breite betrug. Die langen Seiten dieser riesigen „Kiste" sind noch heute sehr gut im

Gelände erkennbar, trotz der Auswirkungen der späteren alpidischen Kompressionen. Sie verliefen (und laufen noch heute) in 120°N Richtung. Wem dieser Wert nichts sagt, der denke nur an die Stellung der beiden Zeiger einer Uhr, wenn diese 10.20 h anzeigt.
Ihre Richtung entspricht – wenn 12 Uhr der Himmelrichtung Nord gleichgesetzt wird – den langen Seiten des großen versinkenden Rechtecks. Der Anfangspunkt der „geologischen Grube" lag im heutigen Gailtal und sie reichte über die Gegenden von Lanza (Tf. 25) und Nassfeld mindestens bis Saifnitz (Camporosso). Abgesehen von diesem Gebiet wurde jeder andere antike Beweis verborgen, zerstört oder von den Bewegungen der *alpidischen Orogenese* verschüttet. An dieser Stelle ist es nutzlos anzufügen, dass die Längsgrenzen des *Lanza-Nassfeld-Beckens* aktiven Störungen entsprachen. Ihre Bewegungsflächen waren nahezu senkrecht. Es handelte sich um Störungen, die sich um so viel „nach unten bewegten", wie sie sich „horizontal verschoben". In der Geologie wird dieser erste Störungstyp *Überschiebung* genannt, der zweite hingegen *Blatt- oder Seitenverschiebung*. Allen Wissbegierigen sei zusätzlich gesagt, dass Störungen mit dieser Fallrichtung, also schräg, als *transtensive Störungen* bezeichnet werden.
Im Perm-Karbon, als beinahe in ganz Zentral-Mitteleuropa die variskischen Schubkräfte ihre Kraft verloren hatten, änderten sich die Spielregeln. Es gab keine Kompressionen mehr, sondern nur noch *Transtensionen*, d.h. Krustendeformationen bei vorherrschender Horizontalbewegung und schräger Ausdehnung. Unser Gebiet, zwischen Karnien und Kärnten, ist nur ein winziges, wenngleich sehr wichtiges Element eines enormen und ausgedehnten Bandes, das von ähnlichen Auswirkungen gekennzeichnet ist. Große, sich absenkende (Subsidenz) „geologische Kisten" begrenzt von aktiven *transtensiven* Störungen.
Die Ursache derartiger lokaler Wirkungen ist in den neuen Bewegungen zu suchen, die nach dem Ende der variskischen Schübe zwischen dem damaligen Europa und Afrika (im Vergleich zu heute nicht wieder zu erkennen!) zu wirken begonnen hatten. Die beiden Krustenblöcke, die durch die variskischen Kollisionsbewegungen einander gegenüber gestellt worden waren, hatten sich im Perm-Karbon gegenläufig in seitlicher Richtung verschoben und einander so auf einer Seite gestreift. Europa bewegte sich nach Osten, Afrika nach Westen. Wie zwei Autos, die auf einer äußerst engen Straße langsam aus entgegengesetzten Richtungen kommen und sich an den Flanken streifen.
Im Verteilungsschema der Litosphärenplatten am Ende des Karbons entsprachen die beiden Autoflanken den Gebieten, die wir heute NW-Spanien, Zentral-Mittelfrankreich, Sardinien und Korsika, Toskana, nördliche Lombardei, Südtirol und Oberes Friaul nennen. Bei allen handelt es sich um Gebiete mit absinkenden „Kisten" (Subsidenz) unterschiedlicher Größe, die sich innerhalb des breiten

Per chi non comprende il dato basta pensare alla direzione che disegnano le lancette di un orologio che segna le 10.20.

La loro direzione, assumendo le ore 12 come corrispondenti al nord, è quella dei lati lunghi del grande rettangolo che sprofondava. La "fossa geologica" aveva il proprio inizio in corrispondenza della attuale Valle del Fiume Gail e, attraversando i territori di Lanza (**Fig. 25**) e Pramollo, si spingeva almeno fino a Camporosso. Oltre questa zona ogni antica testimonianza è stata nascosta, distrutta o sepolta dai movimenti dell'*orogenesi alpina*.

Inutile a questo punto aggiungere che i limiti lunghi del *bacino di Lanza-Pramollo* corrispondevano a delle faglie attive. I loro piani di movimento erano prossimi alla verticalità. Erano faglie che si muovevano tanto "in abbassamento" quanto in "scivolamento orizzontale".

In geologia il primo tipo di comportamento si definisce *distensivo*, il secondo tipo invece *trascorrente*. Per chi volesse un'informazione ulteriore si potrebbe aggiungere che le faglie che si muovono in questo modo, obliquamente dunque, sono chiamate *transtensive*.

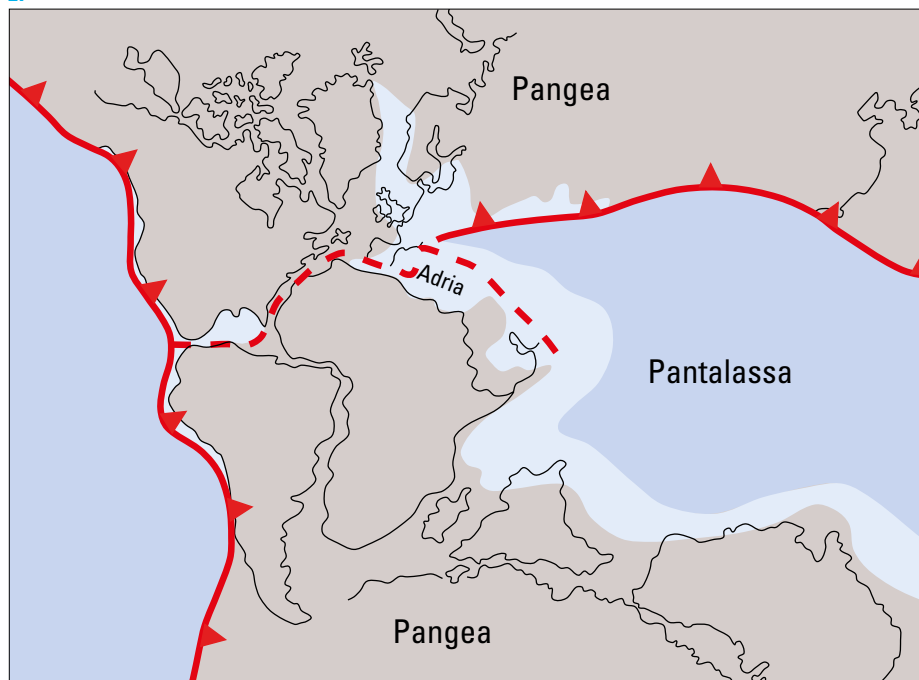
Durante il Permo-Carbonifero, quando praticamente in tutta l'Europa centro-meridionale le compressioni erciniche si erano ormai esaurite, le regole del gioco cambiarono. Non più compressioni ma… *transtensioni*. Noi, tra Carnia e Carinzia, siamo un minuscolo ma significativo tassello di una enorme, estesa fascia caratterizzata da effetti simili. Grandi "scatoloni geologici" sprofondanti (subsidenti) limitati da faglie attive di tipo… *transtensivo*.

La ragione di simili effetti locali va cercata nei nuovi movimenti che, conclusasi la morsa ercinica, si erano instaurati tra l'Europa e l'Africa del tempo (irriconoscibili rispetto ad oggi!). I due blocchi crostali, contrapposti uno all'altro dai movimenti collisionali ercinici, durante il Permo-Carbonifero avevano preso a scorrere lateralmente, in senso opposto, strisciando uno contro l'altro lungo un fianco.

L'Europa si muoveva verso est, l'Africa verso ovest. Come due macchine che, arrivando lentamente da opposte direzioni lungo una strada

27_*Circa 300 milioni di anni fa le terre emerse erano riunite nel grande supercontinente di Pangea*

28_*L'area di Monte Corona ad oriente di Passo Pramollo*

27

Rissbereichs der Erdkruste öffneten, verbreiterten und absenkten.
Die Lanza-Nassfeld-„Kiste“ unterscheidet sich von vielen anderen ähnlichen „Kisten“ in halb Europa (der damaligen Zeit) noch durch eine weitere Besonderheit. Um es bildlich auszudrücken hat sie sozusagen „den Kopf in den Bergen und die Füße im Meer“. Anders gesagt: Von all den vielen Sektoren aus dem Perm-Karbon in Europa war dies der einzige, der während des langsamen Absinkens die so genannten Kontinentalsedimente (Fluvialsedimente) an sich binden, die Marginalsedimente (Delta- oder Flussmündungssedimente) aufnehmen und, was noch wichtiger ist, auch die echten Meeressedimente ansammeln konnte (Tf. 27).
Heute, nach über 260 Millionen Jahren seit dem Ende dieser so besonderen Bewegungen können wir die materialisierte Form der geologischen Perm-Karbon-Zeit in der klassischen Gesteinsabfolge Fluss-Delta-Meer des Auernigs, Garnitzenbergs und des Monte Corona finden (Tf. 28). Jedes Schichtenpaket ist anders als das darüber liegende und wiederum anders als das darunter liegende. Ein jedes besitzt ganz bestimmte Eigenschaften und bisweilen auch fossile Inhalte (die Verwunderung hervorrufen können), welche von den Geologen gelesen und in Daten umgewandelt werden, um frühere Landschaften zu rekonstruieren. Und wir sprechen hier von einem Zeitraum vor Jahrmillionen!
Durchquert man in senkrechter Richtung (von der ältesten bis zur jüngsten) die Schichten eines beliebigen Bergs dieses Gebiets – die ein Klassiker der Geologie geworden sind und mit vollem Recht ins Ehrenalbum der weltweiten Perm-Karbon-Abfolgen aufgenommen wurden – so befindet man sich wie auf einer Reise durch Zeit und Raum; man gelangt auf die Oberfläche der Lanza-Nassfeld-„Kiste“ und beobachtet noch für einige weitere Millionen Jahre deren unaufhörliche Veränderungen.
Kehren wir nun wieder zu den Unregelmäßigkeiten zurück, dem eigentlichen Thema dieses Kapitels. Bei genauerer Betrachtung gab es nicht nur die sich absenkende Lanza-Nassfeld-„Kiste“. Im Oberen Friaul gab es mindestens noch eine weitere: die „Kiste“ von Forni Avoltri. Gleiche Ablagerungen, gleiches Ablagerungsalter, nur dass die Perm-Karbon-Abfolge des Sektors von Forni während der variskischen Orogenese stark deformiert wurde, viel stärker als das Gebiet am Nassfeld. Das Ergebnis ist nicht gerade ermutigend. Ein Großteil der dortigen Ablagerungen wurde so stark komprimiert und gequetscht, dass heute nur lang gezogene, dünne Felsspäne von wenigen Hundert Metern Breite übrig sind (S. 84).
Das *Forni Avoltri-Becken* unterschied sich aber noch in einer anderen bedeutenden Eigenschaft vom *Lanza-Nassfeld-Becken*: die Fallrichtung. Die Forni Avoltri-„Kiste“ war nicht 120°N verlaufend (sh. *Lanza-Nassfeld-Becken*), sondern 50°N. Die Richtung der sie eingrenzenden aktiven Störungen erinnert an die Zeiger einer auf 13.40 h stehen gebliebenen Uhr. Auch dieses Becken (eng und langgezogen) begann im heutigen Gailtal und öffnete sich zum Meer hin – doch diesmal in südwestlicher Richtung.

28

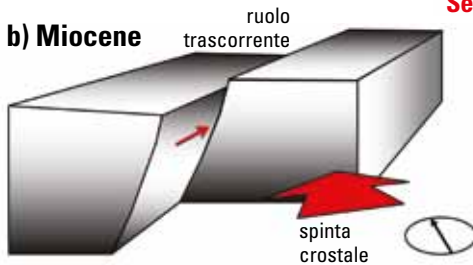
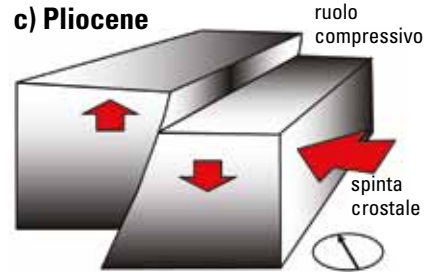
molto stretta, si strisciano lungo le rispettive fiancate (Fig. 26). Nella distribuzione delle placche crostali di fine Carbonifero le due fiancate corrispondevano a territori che oggi chiamiamo Spagna NW, Francia centro-meridionale, Sardegna e Corsica, Toscana, Lombardia settentrionale, Alto Adige, Alto Friuli… Tutti territori con i propri "scatoloni" sprofondanti (subsidenti), grandi e piccoli, che si aprivano, allargavano e abbassavano all'interno dell'ampia fascia di lacerazione crostale.

Un'altra particolarità dello "scatolone" di Lanza-Pramollo, che lo differenzia da tante altre "scatole geologiche" simili, diffuse nei territori di mezza Europa (di allora), è che quello di casa nostra aveva – per così dire – "la testa tra i monti e i piedi nel mare".

In altre parole, dei tanti settori permo-carboniferi d'Europa questo era l'unico che, sprofondando lentamente, riusciva a richiamare a sé i sedimenti cosiddetti continentali (fluviali), ad ospitare quelli marginali (deltizi o estuarini) e, cosa importante, ad accogliere anche quelli marini veri e propri (Fig. 27).

Oggi, a distanza di oltre 260 milioni di anni dalla fine di quei movimenti così particolari, riusciamo a trovare la materializzazione stessa del tempo geologico permo-carbonifero nella classica successione fluviale-deltizio-marina dei Monti Auernig, Carnizza e Corona (Fig. 28). Ogni pacco di strati è differente tanto da quello che gli sta sotto, quanto da quello che lo ricopre. Ogni pacco di strati ha precise caratteristiche e talvolta anche contenuti fossili (capaci di destare meraviglia) che i geologi leggono e trasformano in dati ambientali, ricostruendo i paesaggi del tempo. E qui si parla di centinaia di milioni di anni fa!

Attraversando verticalmente, dal più antico al più recente, gli strati che formano uno qualsiasi di questi monti – diventati un classico della geologia ed entrati a pieno diritto nell'album d'onore delle successioni permo-carbonifere mondiali – è come viaggiare nel tempo e nello spazio, raggiungendo la superficie dello "scatolone" di Lanza-Pramollo e continuando, per alcuni milioni di anni, a osservarne gli incessanti cambiamenti. È il momento di tornare alle

29_***a)*** *la faglia della Val Bordaglia nasce nel Permo-Carbonifero e abbassa lo “scatolone” di Forni Avoltri;*
b) *durante l’orogenesi alpina le compressioni orientate Nord-Sud (nel Miocene medio e superiore) la riattivano “in trascorrenza”, ossia con movimenti orizzontali;*
c) *quando le compressioni dell’orogenesi alpina si orientano Nordovest-Sudest (nel Pliocene) la faglia della Val Bordaglia si muove per l’ennesima volta, ma questa volta con un ruolo compressivo puro*

Schließen wir diese beiden Sektoren, Lanza-Nassfeld und Forni Avoltri, die in der Lage waren, im Oberkarbon und Unterperm enorme Sedimentmengen aufzunehmen, aus, so erschienen die anderen Zonen des karnisch-kärntnerischen Gebiets wie Flachreliefs, die einer schwachen Erosion und Veränderung ausgesetzt waren (die variskischen Berge waren zu Hügeln geschrumpft). Diese Situation mit zwei so voneinander verschiedenen Sektoren dauerte weitere 40 Millionen lange Jahre und endete erst, als sich – wieder einmal – die Spielregeln änderten. Und diesmal handelte es sich um das Spiel der beweglichen Erdkrustenplatten.
Im Oberperm setzten die Ausdehnungen besonders stark zu. Das Gebiet begann wieder abzusinken, und dieses Mal handelte es sich wirklich nur um ein Absinken, ohne zusätzliche horizontale Verschiebungen. Auch in diesem Fall galten die Spielregeln nicht nur lokal, sondern einem riesigen Gebiet, das von Frankreich bis Slowenien reichte; Karnien und Kärnten lagen dabei in den östlichen Bereichen.
Unsere Gebiete begannen, sich wie die Tasten eines Klaviers zu verhalten, die eine nach der anderen in zufälliger Folge nieder gedrückt werden. Die Grenzlinien zwischen den Tasten (jeweils 2-10 km breit) entsprachen aktiven Störungen. Auch in diesem Fall waren die Verwerfungsflächen sehr steil. In bestimmten Zonen traten sie in bereits bestehenden „Schwächezonen“ innerhalb der Gesteinsmasse auf. Es handelte sich dabei um Verwerfungen (120°N Richtung, … also auf 10.20 Uhr), die mit abweichenden Bewegungen bereits im Oberkarbon entstanden waren.
In der Geologie kommt es häufig zur *Reaktivierung* früherer Verwerfungsflächen. Noch häufiger unterscheiden sich die neuen Bewegungen von den vorhergegangenen. Die Frage nach dem „Warum“ lohnt sich! Stellt Euch nun vor, Ihr haltet eine Torte (die gleiche wie immer, für alle die öfters meine Texte lesen). Stellt sie auf einem Tisch ab und schneidet sie in zwei Teile; dabei schiebt ihr beide Hälften horizontal um einige Zentimeter zur Seite. Ihr habt eine kleine *Blatt- oder Horizontalverschiebung* (d.h. mit horizontaler Bewegung der beiden Verwerfungsflächen) geschaffen.
Nun drückt ihr mit den offenen Händen langsam die Torte zusammen, und zwar senkrecht zur Schnittfläche, also eurer Verwerfungsfläche. Ganz sicher wird sich die Schnittebene vor jeder anderen Auswirkung leicht zu deformieren beginnen und sich um wenige Grad neigen. Danach könnt ihr beobachten, wie sich eine Tortenhälfte auf die andere schiebt. Eure *Horizontalverschiebung* hat sich in eine *Überschiebung* verwandelt! Das passiert, weil jeder bereits in einer Torte bzw. in einem Gesteinsvolumen vorhandene Bruch wie eine „Schwächezone“ wirkt. Dort sind die Reibungen und der Bewegungswiderstand viel niedriger als anderswo und erleichtern die Bewegung zwischen den Verwerfungsflächen.
Dieses Beispiel eignet sich sehr gut für den Sektor Forni Avoltri (S. 36), wo die abgrenzenden Störungen der sich absenkenden „Kiste“ aus dem Oberkarbon während einer

30

30_*I depositi del Permo-Carbonifero caratterizzano l'area del Cason di Lanza; sullo sfondo la Creta di Aip formata da depositi carbonatici del Permiano inferiore*

disomogeneità, argomento di questo capitolo. A ben vedere, non esisteva solo lo "scatolone" subsidente di Lanza-Pramollo. L'Alto Friuli ne ospitava almeno un altro: quello di Forni Avoltri. Stesso tipo di depositi, stessa età di accumulo, ma durante l'***orogenesi alpina*** la successione permo-carbonifera del settore di Forni ha subìto un'intensa deformazione, molto più forte rispetto a quella dell'area di Pramollo. Il risultato non è stato dei più incoraggianti. Buona parte dei suoi depositi è stata compressa e strizzata a tal punto da apparire oggi sotto forma di sottili trucioli di roccia, larghi poche centinaia di metri e molto allungati (v. pag. 84).

Un'ulteriore, significativa particolarità distingueva il ***bacino di Forni Avoltri*** da quello di ***Lanza-Pramollo***: l'orientazione. Lo "scatolone" di Forni Avoltri non era orientato N120° (v. ***bacino di Lanza-Pramollo***), ma N50°. La direzione delle faglie attive che lo delimitavano ricorda quella delle lancette di un orologio fermo sulle 13.40. Anche questo bacino, stretto e lungo, iniziava in corrispondenza dell'attuale Valle del Fiume Gail e si apriva al mare, ma questa volta verso sud-ovest. Se escludiamo questi due settori, Lanza-Pramollo e Forni Avoltri, capaci di accogliere abbondanti sedimenti durante il Carbonifero superiore e il Permiano inferiore, le altre zone del comprensorio carnico-carinziano apparivano come bassi rilievi sottoposti a blanda erosione e alterazione (erano le gloriose montagne erciniche ormai ridotte a collinette).

Questa situazione, con settori così differenti gli uni dagli altri, proseguì per 40 lunghi milioni di anni. Ebbe termine solo quando, ancora una volta, le regole del gioco cambiarono. E il gioco era quello delle placche crostali mobili.

Nel Permiano superiore a colpire duro furono le distensioni. Il territorio, lentamente, riprese la tendenza all'abbassamento. E questa volta fu davvero solo abbassamento, senza l'aggiunta di scorrimenti orizzontali. Anche in questo caso le regole divennero comuni e condivise su un territorio enorme, esteso dalla Francia alla Slovenia. Carnia e Carinzia ne occupavano le porzioni orientali.

I nostri territori cominciarono a comportarsi come la tastiera di un pianoforte alla quale, uno

31

31_*L'Arenaria di Val Gardena in uno degli affioramenti presso Castel Valdajer (Ligosullo): nei classici strati colore rosso mattone sono presenti alcune impronte probabilmente riferibili a tetrapodi (vertebrati quadrupedi)*

der zahlreichen Kompressionen der *alpidischen Orogenese* als Überschiebungen (sh. Beispiel Torte) neu aktiviert wurden. Dadurch zerbrach die gesamte (oder fast die gesamte), in diesem Sektor angesammelte Gesteinsmasse und das Nassfeld war somit unangefochtener Spitzenreiter was geologische Berühmtheit und Oberherrschaft (hinsichtlich der Perm-Karbon-Gesteine) anbelangte.
Kehren wir jedoch zu den Krustendehnungen des Oberperm zurück. Mit jeder nieder gedrückten Klaviertaste sammelte das Gebiet fluvialen Schlamm und Sand und das von der roten Ebene bedeckte Gebiet breitete sich weiter aus. Als auch die letzte Taste gedrückt war, bedeckte die Ebene schließlich jeden Rest der *variskischen Orogenese* und bot ein einheitliches Landschaftsbild. Selbst die Gebiete der großen „Kisten" aus dem Perm-Karbon ereilte dasselbe Schicksal und auch sie verschwanden unter der gekörnt-staubigen fluvialen Deckschicht.
Abschließend kann man die Situation am Ende des Perms so zusammenfassen: in bestimmten Zonen überlagerten die Ablagerungen der großen Ebene (rot und daher noch heute gut erkennbar, Tf. 31) die Abfolge aus dem Perm-Karbon (Forni Avoltri, Lanza-Nassfeld, Tarvis), in anderen wiederum die von der variskischen Orogenese komprimierten und deformierten antiken Ablagerungen aus dem Ordovizium-Karbon (beispielsweise erkennbar zwischen den Ortschaften Rigolato und Paularo, insbesondere am Monte Zoufplan und Monte Dimon.

Dies ist der Beweis, dass im Perm-Karbon zwischen den beiden sich absenkenden (Subsidenz) „Kisten" (*Lanza-Nassfeld-Becken* und *Forni Avoltri-Becken*), die Richtung heutiges Gailtal konvergierten, eine breite, dreieckige und erhöhte Zone existierte, die aus völlig von den variskischen Kompressionen zermalmtem Gestein bestand. Ich brauche nicht hinzuzufügen, dass bei den „Kisten" aus dem Perm-Karbon sich die von der *variskischen Orogenese* zerschundenen antiken Gesteine – noch heute – unter dem Grundstock der Perm-Karbon-Gesteinsabfolge befinden.

dopo l'altro, vengono abbassati i tasti, in ordine casuale. I limiti tra i tasti (ognuno largo da 2 a 10 km) corrispondevano a faglie attive. Anche in questo caso i piani delle faglie erano molto ripidi. In certe zone riutilizzarono preesistenti "superfici di debolezza" già presenti all'interno del volume roccioso. Si trattava di faglie (orientate N120°, …a ore 10.20) che, con movimenti differenti da questi, avevano iniziato la loro storia nel Carbonifero superiore.

Spesso in geologia si assiste alla ***riattivazione*** di antiche superfici di faglia. Ancora più spesso accade che i nuovi movimenti siano differenti da quelli precedenti. Vale la pena di capire perché questo si verifica. Provate allora a prendere una torta (la solita, per chi è abituato a leggermi). Appoggiatela sopra un tavolo e tagliatela in due, spostando orizzontalmente le due metà, di alcuni centimetri e lasciandole affiancate. Avete generato una piccola faglia ***trascorrente*** (cioè con movimento orizzontale dei due lembi).

Adesso, con le due mani aperte, comprimete con lentezza la torta. Fatelo perpendicolarmente al taglio, la vostra superficie di faglia. Siamo sicuri che, prima di ogni altro effetto, il piano del taglio comincerà a deformarsi leggermente, inclinandosi di pochi gradi. Poi vedrete una metà di torta che si accavalla sull'altra. La vostra faglia ***trascorrente*** si è trasformata in faglia ***compressiva***! Questo perché ogni rottura preesistente, tanto in una torta quanto in un volume di roccia, si configura come una "zona di debolezza". In essa gli attriti e le resistenze al movimento sono molto più bassi che altrove e rendono più facile il movimento tra i lembi.

Questo esempio, tra l'altro, si adatta molto bene al settore di Forni Avoltri (v. pag 36), dove le faglie nate nel Carbonifero superiore a delimitazione dello "scatolone" che si abbassava, sono state riattivate come compressive (l'esempio della torta) durante una delle tante compressioni dell'*orogenesi alpina* (**Fig. 30**). Con la conseguenza di mandare in pezzi l'intero (o quasi) volume di rocce accumulato in quel settore e di lasciare a Pramollo l'incontrastata fama e supremazia geologica (relativamente all'ambito permo-carbonifero). Anzi, si potrebbe dire di più. Dato che l'intero NordEst durante l'***orogensi alpina*** fu compresso prima verso N (nel Miocene) e poi verso NW (nel successivo Pliocene), le faglie distensive che limitavano lo "scatolone" di Forni Avoltri prima si riattivarono come trascorrenti (nel Miocene) e poi come compressive (faglie inverse) nel Pliocene, in un tripudio di ruoli da far invidia a Fregoli e Brachetti!

Torniamo alle distensioni crostali di età permiana superiore. Ad ogni tasto di pianoforte che si abbassava, il territorio richiamava fanghi e sabbie fluviali e l'area coperta dalla pianura rossa si ampliava. Quando anche l'ultimo tasto fu ribassato, la pianura finì per ricoprire ogni residuo dell'***orogenesi ercinica*** e uniformò il paesaggio. Anche i territori dei grandi "scatoloni" permo-carboniferi seguirono la stessa sorte, sparendo anch'essi sotto la coltre di granuli e polveri fluviali.

Ricapitolando la situazione di fine Permiano, i depositi della pianura (rossi e perciò ancora oggi ben individuabili) (**Fig. 31**) in certe zone si sovrapposero alla successione permo-carbonifera (Forni Avoltri, Lanza-Pramollo, Tarvisio), in altre sugli antichi depositi ordoviciano-carboniferi, compressi e deformati dall'*orogenesi ercinica*. Quest'ultima condizione è riconoscibile tra Rigolato e Paularo, in particolare ai Monti Zoufplan e Dimon.

È la testimonianza che nel Permo-Carbonifero tra i due "scatoloni" subsidenti (i ***bacini di Lanza-Pramollo*** e ***di Forni Avoltri***), convergenti verso l'attuale Valle del Fiume Gail, esisteva un'ampia zona dalla forma triangolare e leggermente sopraelevata, formata solo da rocce super-strizzate dalle compressioni erciniche. Inutile aggiungere che, in corrispondenza degli "scatoloni" permo-carboniferi, quelle stesse antiche rocce strapazzate dall'*orogenesi ercinica* si ritrovano – ancora oggi – sotto la base della successione permo-carbonifera.

Itinerari

Le montagne, le vallate, con le acque che incessantemente le percorrono, sono tutti elementi di un fotogramma – l'ultimo – facente parte di un lunghissimo film. L'ultimo fotogramma, certo, ma non quello finale. Si calcola che la parola *fine* giungerà fra circa 5 miliardi di anni, quando il Sole, terminato il suo combustibile, si dilaterà con un'esplosione di energia.

Col suo ultimo breve ruggito che ne precederà la fine, riuscirà ad espandere la propria influenza termica ai pianeti interni, Terra compresa. Poi, collassando su se stesso, si trasformerà in una stella nana dalla luce biancastra. Una pallidissima copia del suo aspetto odierno.

Certamente e prevedibilmente il nostro pianeta finirà seccato e devitalizzato. Una palla di rocce bollenti che in superficie, dopo una probabile fusione parziale di alcune porzioni più vulnerabili ed esposte, si raffredderà precocemente. Forse, ma di questo non esistono assicurazioni, nel 'ramo vita' riusciranno a sopravvivere alcuni rari e particolari batteri che – scoperta recente – vivono celati all'interno delle rocce, a modeste profondità. Chissà che da essi poi non ripartano e si evolvano, adattandosi a condizioni che oggi non esiteremmo a definire impossibili, nuove forme di vita attualmente impensabili.

In ogni caso, anche il fotogramma che attesterà la fine della vita sulla Terra (con le eventuali debite eccezioni appena commentate) non sarà l'ultimo se per "vita" intendiamo anche la "vitalità" del pianeta. Quel suo particolare dinamismo dato dalla mobilità delle placche crostali, dalla potenza dei suoi terremoti, dall'irruenza degli infiniti

32_*La forra del Torrente Chiarsò a Nord di Paularo*

ROUTEN – Einleitung

Die Berge und Täler mit all den sie unermüdlich durchziehenden Fließgewässern sind Teile eines Fotogramms aus einem sehr langen Film. Das vorläufige letzte Fotogramm, das ist sicherlich wahr, doch nicht das endgültig letzte. Man nimmt an, dass das richtige *Ende* in rund 5 Milliarden Jahren eintreten wird, wenn die Sonne ihren „Brennstoff" verbraucht hat und sich in einer Energieexplosion ausdehnt.
Mit einem letzten kurz währenden Gebrüll vor dem nahenden Ende kann der Sonnen-Löwe seinen thermischen Einfluss auf die inneren Planeten, einschließlich unserer Erde ausweiten. Schließlich kollabiert die Sonne und wird zu einem Weißen Zwerg … eine Art bleiche Kopie ihres heutigen Aussehens.
Es ist mit Sicherheit vorauszusehen, dass unser Planet ausgetrocknet und ohne Leben enden wird. Ein kochender Gesteinsball, dessen Oberfläche nach einer wahrscheinlichen Teilfusion einiger stärker exponierten Bereiche rasch abkühlen wird. Vielleicht – doch dies ist keineswegs sicher – gelingt es in der „Abteilung Leben" einigen seltenen und besonders spezialisierten Bakterien zu überleben; solche Bakterien leben – wie erst kürzlich entdeckt – im Inneren von Gestein in geringen Tiefen verborgen. Vielleicht könnten sie ja der Grundstein für die Entstehung und Evolution neuer, heute unvorstellbarer Lebensformen sein, die sich an Bedingungen anpassen, die wir heute ohne zu zögern als ‚lebensfeindlich' bezeichnen würden.

33_
Un affioramento di Flysch carbonifero (Formazione del Hochwipfel) al Cimon di Crasulina; sullo sfondo si staglia il massiccio del Coglians formato da calcari compatti del Devoniano

vulcani che continueranno a punteggiarne la superficie. L'evoluzione di un territorio, per ora e da almeno 3 miliardi e 800 milioni di anni, è il risultato dell'interazione e dell'interferenza tra le sue variabili biologiche e abiologiche.

Anche i settori delle Alpi Carniche non si sottraggono a questa regola. Basta ascoltare i messaggi in codice che provengono dalle rocce, dalle loro intime deformazioni, dalle infinite forme che, attraverso i millenni, ne rinnovano in continuazione l'aspetto. Per fare sì che i messaggi in codice lanciati da quei medesimi territori si trasformino in immagini vive del loro passato, prossimo e remoto, occorrono due cose: percorrere i luoghi della "memoria geologica" alla scoperta dei punti chiave, ricchi di significativi indizi, e beneficiare della guida di un *geo-cantastorie*, in grado di tradurre nel linguaggio dei non esperti le incredibili storie sussurrate dalla materia inanimata che prospera sotto e intorno a tutti noi.

In jedem Fall wird auch das Fotogramm, auf dem das Ende des irdischen Lebens (mit den eben genannten eventuellen Ausnahmen) festgehalten ist, nicht das letzte sein, wenn wir unter „Leben" auch die „Lebenskraft" unseres Planeten meinen. Seine besondere Dynamik durch die Beweglichkeit der Platten der Erdkrusten, durch die Kraft seiner Erdbeben und durch die Ungestümheit der nicht enden wollenden Vulkane, die weiterhin seine Oberfläche durchlöchern. Die Evolution eines Gebiets, das bisher und seit mindestens 3 Milliarden und 800 Millionen Jahren das Ergebnis aus der Interaktion und Interferenz seiner biologischen und abiologischen Variablen ist.
Auch die Sektoren der Karnischen Alpen weichen nicht von dieser Regel ab. Man muss nur den codierten formulierten Nachrichten Gehör schenken, die das Gestein, seine

La condizione ideale è quella di percorrere il territorio assieme a un *geo-cantastorie*. Quando questa opportunità manca sono ancora i libri (o sempre più spesso i CD) a svolgere una simile funzione informativa. In questi casi è come leggere la guida di un museo… nell'attesa di poterlo visitare di persona.

Attraverso quanto segue, e ancor di più tramite una prossima pubblicazione della quale queste pagine costituiscono una sorta di lunga introduzione, intendiamo preparare il terreno, predisponendovi alla frequentazione diretta del territorio.

I sentieri delle nostre montagne e le strade delle nostre vallate si apprestano dunque a diventare i futuri *percorsi della conoscenza*. A tal fine utilizzeremo due approcci distinti: gli *itinerari lineari* e quelli *tematici*.

I primi potranno svilupparsi in due modi: gran parte seguendo i fondivalle principali che solcano le Alpi Carniche; in subordine sviluppando dei tracciati lungo zone montuose situate oltre il limite della vegetazione e generalmente posizionate lungo la fascia di confine italo-austriaco, coincidente con l'attuale spartiacque tra Mare Adriatico e Mar Nero.

Al contrario, gli *itinerari tematici* si basano su numerose soste puntiformi, anche molto distanti tra loro, collegate da uno stesso filo conduttore. Sono in grado di fornire informazioni, indicazioni e suggestioni, tutte relative ad uno stesso argomento. In rari casi può anche capitare (ad esempio con i "rettili volanti" della Val di Preone) che un *itinerario lineare* sviluppi un unico argomento.

I contenuti degli *itinerari lineari* il più delle volte si spalmano su intervalli di tempo molto lunghi e su argomenti connessi sì uno all'altro, ma sostanzialmente differenti. Gli *itinerari lineari* si snodano lungo le valli principali che offrono una facile percorribilità grazie ad una viabilità principale di fondovalle collegata con una rete di strade comunali, mulattiere e sentieri, utile ad una capillare penetrazione del territorio.

Qui di seguito troverete la presentazione sintetica dei singoli itinerari che, in una successiva pubblicazione, saranno proposti in dettaglio.

innersten Deformationen und die unendlichen Formen aussenden, die über Jahrmillionen sein Aussehen ständig erneuern. Zur Umwandlung der von den Gebieten ausgesendeten codierten Nachrichten in lebendige Bilder aus der näheren und fernen Vergangenheit sind zwei Dinge erforderlich: zum einen müssen die Orte aufgesucht werden, in denen möglichst viel in das „geologische Gedächtnis" eingebrannt ist, um Schlüsselstellen mit zahlreichen bedeutsamen Indizien zu finden; zum anderen sollte man sich von einem *Geologie-Barden* führen lassen, der Laien in verständlicher Sprache die unglaublichen Geschichten zum Besten gibt, die ihm die unter uns und um uns herum gedeihende unbelebte Materie zuflüstert. Haben Sie dazu keine Gelegenheit oder kennen sie keinen Barden, so gibt es genügend Bücher (oder immer häufiger CDs), die eine ähnlich Informationsarbeit leisten. Es ist dann als läse man einen fesselnden Museumsführer … in der freudigen Erwartung, das Museum möglichst bald persönlich zu besuchen. Die nachfolgenden Kapitel und eine bald erscheinende Publikation – von der diese Seiten nur eine Art verlängerte Einleitung sind – sollen Sie auf einen Besuch direkt vor Ort und im Gelände vorbereiten.

Die Wanderwege in unseren Bergen und die Straßen der Täler sind also grundsätzlich geeignet, zukünftige *Wege der Erkenntnis* zu werden. Hierzu verwenden wir zwei unterschiedliche Ansätze: die *linearen Routen* und die *thematischen Routen*.

Die linearen Routen unterteilen sich in zwei Typen: ein Großteil folgt dem Verlauf der wichtigsten Talsohlen der Karnischen Alpen; der Rest verläuft über Gebirgsgegenden oberhalb der Vegetationsgrenze, die sich generell im österreichisch-italienischen Grenzgebiet-Streifen befinden, der gleichzeitig der derzeitigen Donau-Adria-Wasserscheidelinie entspricht.

Die *thematischen Routen* hingegen bestehen aus zahlreichen, auch sehr weit voneinander entfernten Stationen, die durch einen gemeinsamen Leitgedanken verbunden sind. Sie liefern Informationen, Anleitungen und Tipps zu ein und demselben Thema. In seltenen Fällen (z.B. bei den „Flugsaurier" des Preone-Tals) kommt es vor, dass eine *lineare Route* auch monothematisch ist, also nur ein Thema behandelt.

Die Inhalte der *linearen Routen* behandeln in den meisten Fällen sehr große Zeitspannen und Themen, die zwar miteinander verbunden sind, sich jedoch grundlegend voneinander unterscheiden. Sie verlaufen in den Haupttälern, die gut zugänglich sind, da die Hauptverkehrswege in den Talsohlen mit einem Netz aus Ortsstraßen, Saumpfaden und Wanderwegen verknüpft sind, das

34_*La particolare morfologia del Pian delle Streghe (Monte Bivera, fra Forni di Sotto e Sauris) è legata ad estesi depositi di materiale sciolto*

In tal modo si intende trasmettere le chiavi di lettura che introducono ai significati dei loro contenuti facilitando, in seguito, la lettura e comprensione dei vari percorsi.

Quasi sempre un singolo itinerario può essere letto in due modi differenti. Potremmo definirli al *"passato remoto"* e al *"passato prossimo"*. La chiave di lettura *remota* si riferisce ai racconti trasmessi dalle antiche rocce. Quelle che formano l'ossatura delle vallate. Sono storie, sempre antichissime, che qui in Carnia sanno raccontare di oceani e scogliere tropicali, di vulcani sottomarini, di apparati deltizi coperti da vegetazione lussureggiante, di mari bassi brulicanti di vita, di sottili lagune soggette a intensa evaporazione, di pianure immense dal fascino primordiale.

Sono ancora rocce capaci di farci scoprire il loro lento assoggettarsi agli effetti delle ripetute compressioni crostali, alla quali dobbiamo un sentito "grazie" per essere state capaci di

eine kapillare Erschließung des Gebiets ermöglicht.
Unten stehend folgt eine Kurzbeschreibung der einzelnen Wege, die in einer späteren Publikation näher erläutert werden.
Auf diese Weise liefern wir den Leseschlüssel zur Deutung ihrer Inhalte und erleichtern so später die Deutung und das Verständnis der verschiedenen Routen.
Eine Route kann fast immer auf zweierlei Art gelesen werden. Einmal in der *„fernen Vergangenheit"* und einmal in der *„näheren Vergangenheit"*. Der Leseschlüssel für die *ferne* Vergangenheit bezieht sich auf die überlieferten Geschichten der antiken Gesteine. Also jener Gesteine, die das Knochengerüst der Täler bilden. Diese Geschichten sind immer uralt und handeln hier in Karnien von Ozeanen und tropischen Riffen, von untermeerischen Vulkanen und Flussdeltas mit üppig wuchernder

spingerle in superficie, rendendole nuovamente visibili, dopo che migliaia di altri strati rocciosi più recenti di loro le avevano coperte e sepolte, cacciandole in profondità.

La seconda chiave di lettura, quella del "*passato prossimo*", da applicare ogni volta lungo l'itinerario già percorso al "*passato remoto*", permette l'accesso agli ultimi due milioni di anni di evoluzione del territorio. Quell'intervallo di tempo che noi geologi chiamiamo Quaternario. Il più recente – per ora – tra tutti quelli che compongono il lungo calendario della storia del nostro pianeta.

Negli itinerari presi in considerazione, la parte principale delle informazioni che utilizzeremo per costruire i racconti recenti trasmessi dalle vallate carniche riguarda in particolare gli ultimi 20.000 anni. Una finestra spalancata su quella Carnia che gli occhi dei nostri antenati, sicuramente più attenti di noi alle cose della Natura, avranno visto, osservato, valutato e amato – seppure senza comprendere – in quanto parte integrante del proprio vivere quotidiano.

Saranno racconti questi, non più delle rocce, ma delle acque – sotto forma di torrenti e ghiacciai – e dei detriti che queste strapparono alle antiche rocce per poi ridistribuirli più a valle. Saranno storie di grandi franamenti i cui accumuli nei fondivalle sbarrarono i deflussi delle acque formando laghi in gran parte ormai scomparsi. Saranno anche racconti di un territorio già simile, seppure a tratti ancor così diverso, a quello che oggi percorriamo.

Storie per capire che gli eventi geologici, anche senza invocare gli effetti delle gigantesche compressioni crostali, sono in grado di mutare improvvisamente – anche domani stesso – l'aspetto di una vallata e cambiare, talvolta radicalmente, le abitudini e la vita dei suoi abitanti.

Vegetation, von flachen Meeren voller quirligen Lebens, von schmalen Lagunen mit enormer Verdunstung und von riesigen Ebenen urzeitlicher Faszination.
An diesem Gestein können wir noch immer nachvollziehen, wie es sich langsam den wiederholten Kompressionen der Erdkruste anpasste; diesen Kräften gebührt unser ehrlicher Dank, denn ihnen ist es zu verdanken, dass diese Gesteine angehoben wurden und wieder zum Vorschein kamen, nachdem Tausende anderer Gesteinsschichten jüngeren Datums sie bedeckt und weit in der Tiefe unter sich begraben hatten.
Der zweite Leseschlüssel für die *„nähere Vergangenheit"* wird jeweils auf eine Route angewendet, die zuvor bereits in der *„fernen Vergangenheit"* durchlaufen wurde; so hat man Einblick in die letzten zwei Millionen Jahre der Evolutionsgeschichte dieses Gebiets. Wir Geologen nennen diese Zeitspanne Quartär, und es ist die – bisher – jüngste Zeitstufe im Geschichtskalender unseres Planeten.
Bei den behandelten Routen bezieht sich der Hauptteil der Informationen, die wir zur Konstruktion der jüngsten von den karnischen Tälern überlieferten Erzählungen verwendeten, vor allem auf die letzten 20.000 Jahre. Es ist wie ein offen stehendes Fenster auf jenes Karnien, das unsere Vorfahren – die in Sachen Natur sicherlich aufmerksamer waren als wir – ohne es zu verstehen gesehen, beobachtet, geschätzt und geliebt haben, das es fester Bestandteil ihres täglichen Lebens war.
Die Geschichten handeln nicht von den Gesteinen, sondern vom Wasser – in Form von Wildbächen und Gletschern – und den Schuttmassen, die das Wasser von den antiken Gesteinsmassen mit sich fortriss und weiter talwärts neu verteilte.
Es sind Geschichten von großen Bergrutschen, deren angesammelte Masse in den Talsohlen den Abfluss der Gewässer blockierte und so zur Bildung von Seen beitrug, die heute größtenteils wieder verschwunden sind. Und es sind Erzählungen über ein Gebiet, das den heute durchwanderten Gegenden bereits ähnlich und dennoch an manchen Stellen noch so anders ist.
Geschichten, die verständlich machen, dass geologische Ereignisse (auch ohne von den Auswirkungen der übermächtigen Krustenkompressionen zu sprechen) in der Lage sind, das Bild eines Tales urplötzlich – sozusagen über Nacht – und bisweilen radikal zu ändern, und mit ihm die Gewohnheiten und das Leben seiner Bewohner.

DER OBERLAUF DES WILDBACHS CHIARSÒ

Der Einschnitt des Wildbachs Chiarsò erscheint in seinem nahen Verlauf

35

36

35_*L'ingresso della Grotta di Attila che si apre al bordo di un'ampia torbiera non lontana da Sella Val Dolce*

36_*La forra del Torrente Chiarsò nel tratto immediatamente a monte di Paularo è incisa nei depositi permiani, mentre da lì fino a Stua Ramaz si è approfondita nelle rocce carbonifere e devoniane*

37_*a seguire: La fitta alternanza di livelli rossi e grigio chiari nei calcari del Devoniano inferiore, presso Stua Ramaz, suggerisce al geologo indicazioni sulle caratteristiche dei fondali marini del tempo*

wie die Krallenspur eines riesigen Säbelzahntigers und öffnet ein Fenster auf die älteste und faszinierendste Vergangenheit der Karnischen Alpen. Der tiefe Einschnitt bildet sich zwischen Stua Ramaz und dem nördlichen Gemeindegebiet von Paularo zu einer Schlucht aus (Tf. 36).
Das Gestein, das der Wildbach Chiarsò mit der Kraft seiner wirbelnden Wassermassen durchfurcht und ausspült und es seit Jahrmillionen glättet und abträgt, erzählt nicht nur Geschichten von antiken Meeren im Karnien des Erdaltertums und den verschiedenen, unbeständigen Organismen die sie bewohnten, sondern auch von der Macht der Krustendeformationen durch die *variskische Orogenese*. Die Geschichte jener Druckkräfte, die das für ihre Entstehung verantwortliche Gestein aus dem Meer empor drängten und aus Meeresböden bergige Erhebungen entstehen ließen!
Dies ist leicht mit eigenen Händen zu fassen und zu spüren, wenn man auf der bequemen interkommunalen Asphaltstraße Paularo-Pontebba (mit Beginn der ersten Schneefälle bis in den Spätfrühling hinein für den Verkehr gesperrt) zum Lanzenpass hinauf fährt und dann das Fahrzeug Richtung Paularo wendet. Von dort führt die Route nur bergab, mit Ausnahme kurzer Abschnitte mit geringen Gegensteigungen. Viele Beobachtungen profitieren davon, dass die Straßen auf halber Höhe angelegt wurden und dadurch die Merkmale der Gesteinsabfolge sehr gut hervorgehoben werden.
Von der Hauptstraße aus ist es ebenfalls möglich, andere bedeutende Aufschlüsse am gegenüberliegenden Hang (orografisch rechts) des steilen Wildbachgrabens aufzusuchen. Auch in diesem Fall ermöglicht ein gutes Wegenetz all denjenigen direkten Zugang, die die wahren Hauptdarsteller dieser geologischen Geschichte aus der Nähe betrachten möchten.

L'ALTA VALLE DEL TORRENTE CHIARSÒ

Il solco del Torrente Chiarsò, che nel suo tratto più prossimale appare come l'unghiata di una gigantesca tigre dai denti a sciabola, è una finestra spalancata sul più antico e affascinante passato delle Alpi Carniche. La sua profonda incisione si sviluppa in forra nel tratto fra Stua Ramaz e la periferia settentrionale di Paularo (**Fig. 36**).

Le rocce che il Torrente Chiarsò, con la forza delle proprie acque vorticose, solca e lambisce, lisciando e asportando da millenni, raccontano non solo le storie degli antichi mari della Carnia paleozoica, con i vari e mutevoli organismi che li popolavano, ma anche dell'intensità delle deformazioni crostali dovute all'***orogenesi ercinica***. Quelle compressioni che espulsero quelle stesse rocce dal mare in cui si erano formate, trasformandole da fondali sottomarini a rilievi montuosi!

Al fine di percepire e toccare tutto questo con le proprie mani, è sufficiente salire fino al Passo del Cason di Lanza con la comoda strada asfaltata intercomunale Paularo-Pontebba (interdetta al transito dalle prime nevicate fino a primavera inoltrata). Da lì, girato il mezzo verso Paularo, l'itinerario si svolgerà tutto in discesa, salvo brevi tratti in debole contro-pendenza. Gran parte delle osservazioni beneficia dei tagli stradali che, sviluppati spesso a mezza costa, hanno il pregio di esaltare i caratteri della successione rocciosa.

Percorrendo la strada principale è anche possibile traguardare altri significativi affioramenti, collocati sulla sponda opposta (destra idrografica) del ripido solco torrentizio. Anche in questi casi un'adeguata rete di sentieri ne consente l'accesso diretto a tutti coloro che desiderano osservare da vicino i vari protagonisti di questo racconto geologico.

Ed è un racconto, questo, capace di affondare le sue origini nel più lontano passato delle Alpi Carniche. A meno di un chilometro dal Passo del Cason di Lanza, scendendo verso Paularo, cominciano ad entrare in scena, in fila, uno di seguito e dopo il precedente, i numerosi attori di questa storia remota.

Si inizia con l'improvvisa comparsa delle rocce del periodo **Ordoviciano**. Si rivelano in un affioramento di colore ocraceo, esteso per molte decine di metri lungo un ripido tratto stradale situato proprio di fronte a uno slargo che sembra invitare alla sosta (**Fig. 38**).

"Semplici rocce stratificate…" potrebbero essere definite da qualcuno, se non fosse per il loro particolare contenuto: i macro-fossili più antichi di tutta la penisola italiana, Alpi comprese! Briozoi, brachiopodi, echinidi… I resti di organismi abbandonati assieme alle sabbie e fanghi che li ospitavano la bellezza di 460 milioni di anni fa. Il tutto in un mare basso e freddo,

Die Geschichte hat ihre Wurzeln in der ältesten Vergangenheit der Karnischen Alpen. Nur knapp einen Kilometer vom Lanzenpass in Richtung Paularo entfernt, betreten die zahlreichen Darsteller dieses weit zurück liegenden Schauspiels einer nach dem anderen der Reihe nach die Bühne.
Den Beginn macht das plötzlich auftauchende Gestein aus dem **Ordovizium**. Der Aufbruch ist ockerfarbig, erstreckt sich über zig Meter entlang eines steilen Straßenabschnitts und befindet sich genau gegenüber einer Straßenverbreiterung, die praktisch zum Anhalten einlädt (Tf. 38).
„Einfache Gesteinsschichtungen…" könnte sie mancher einer nennen, wenn da nicht ihr besonderer Inhalt wäre: die ältesten Makrofossilien der ganzen italienischen Halbinsel, Alpen eingeschlossen! Moostierchen, Muscheln, Seeigel … Überreste von

38

38_*Le siltiti ordoviciane che affiorano lungo al strada nei pressi di Casera Valbertad*

Organismen, die hier zusammen mit Sand und Schlamm liegen, der vor sage und schreibe 460 Millionen Jahren ihr Lebensraum war. Damals, in einem seichten und kalten Meer in mittleren-höheren Breitengraden, im Karnien vor einer halben Milliarde Jahre!
Das Interessante an dieser Route, sozusagen das Tüpfelchen auf dem ‚i' ist, dass man bei der Weiterfahrt hinunter nach Stua Ramaz und von dort aus nach Paularo zuerst an den Schichten aus dem Silur (Tf. 39), dann an denen aus dem Devon und anschließend an den Schichten aus dem untersten Karbon vorbei kommt. Jedes dieser Schichtenpakete – das nachfolgende mächtiger als das vorangehende – unterscheidet sich deutlich von den anderen. Alle gleichermaßen sind der konkrete Beweis für die Veränderungen, denen der Meeresboden während seiner geologischen Zeitreise ausgesetzt war und die gleich der Nachrichten in einer Flaschenpost unbeschadet die Zeiten bis in unsere Gegenwart überdauern konnten.
Im Gebiet blieben vom oberen Ordovizium bis ins Karbon – also rund 150 Millionen Jahre lang – ständig marine Bedingungen erhalten. *„Wie langweilig …"* könnte da so manch einer sagen. Aber ganz im Gegenteil! Stellen Sie sich einmal alle Variablen vor, die selbst den einfachsten marinen Lebensraum prägen.
Das Meer kann in den verschiedensten Breitengraden liegen und daher kalt oder warm oder auch gemäßigt sein; außerdem kann es sich um ein Binnenmeer oder um einen Ozean handeln, seicht oder tief oder sogar eine Tiefsee. Seichte Meere könnten eine Lagune bedeuten, eventuell schmal sein und häufigen Verdunstungen ausgesetzt, oder aber eine geschützte Bucht zwischen einem sich ausbreitenden Flussdelta und einem Dünenstreifen an der Küste, der es vom Festland trennt. Die Liste könnte noch lange so weitergeführt werden.
Und dann ist da noch eine zweite Art der Variablen, die ebenso wichtig bei der Bestimmung des Sediment- und Gesteinstyps ist, mit denen die Informationen über die Jahrmillionen hinweg weitergegeben werden. Diese Variable ist abhängig vom Material, das sich auf dem jeweiligen Meeresboden ansammelt. Es könnte sich beispielsweise um

situato alle medio-alte latitudini: la Carnia di mezzo miliardo di anni fa!

L'aspetto interessante di questo itinerario, il suo valore aggiunto, è che continuando a scendere la strada che porta verso Stua Ramaz e da lì a Paularo, da questi remoti strati ordoviciani si passa prima a quelli del Siluriano (**Fig. 39**), poi a quelli del Devoniano e, via di seguito, a quelli del Carbonifero più antico. Ognuno di questi pacchi di strati – il successivo più spesso del precedente – è visibilmente differente dagli altri. Tutti, indistintamente, sono la testimonianza concreta delle modificazioni che il fondale marino subiva durante il suo viaggio attraverso il tempo geologico. Tutte modificazioni che, come messaggi in bottiglia, sono state capaci di attraversare indenni il tempo per giungere fino a noi.

Un territorio che da quel lontano Ordoviciano superiore fino al Carbonifero – quasi 150 milioni di anni – continuò costantemente a mantenersi in condizioni marine. *"Che monotonia…"* potrebbe osservare qualcuno. Al contrario! Provate ad immaginare tutte le variabili che possono regolare un semplice ambiente marino. Il mare può trovarsi alle latitudini più disparate, può dunque essere freddo o caldo, oppure temperato, può inoltre essere mare interno oppure oceano, basso oppure profondo o addirittura abissale. Se è basso può trattarsi di una laguna, magari sottile e sottoposta a frequenti evaporazioni, oppure può essere una baia riparata, collocata tra un apparato deltizio che avanza e un cordone di dune costiere che lo separa dalla terraferma. E potremmo continuare a lungo.

Poi c'è un secondo tipo di variabili, altrettanto importante nel determinare il tipo di sedimenti e rocce incaricati di trasmettere le informazioni attraverso i milioni di anni. È legato al tipo di materiale che si accumula nei rispettivi fondali marini. Potrebbe, ad esempio, trattarsi di detriti e particelle portati dall'esterno, attraverso i flussi fluviali e i delta. Oppure, potrebbero essere particelle, grandi e piccole, che si formano direttamente nel mare e nel mare si accumulano (gusci, grandi o infinitesimi e fanghi organogeni, di natura calcarea o silicea).

39

39_*La cascata del Rio Malinfier incisa nel calcari scuri del Siluriano*

Schotter und von außen über die Flussläufe und Deltas angeschwemmte Partikel handeln. Oder es könnten große und kleine Partikel sein, die sich direkt im Meer bilden und auch dort ansammeln (große und winzig kleine Schalen und Kalk- bzw. Kieselsand).
Es könnten aber auch Organismen dort sein, die in seichtem Meerwasser leben und dort richtiggehende Felsbänke konstruieren, indem sie einfach ihre Mineralskelette zu denen der vorhergehenden Generationen hinzufügen, wie es beispielsweise Korallen, Schwämme, einige Algenarten und bestimmte Krusten bildende Foraminiferen (Kammerlinge) tun. Und sie sind nicht die einzigen.
Jeder Meerestyp hat das Gestein, das er verdient.
Mit diesem Satz könnte die extreme Vielfalt der Meeressedimente auf einen Punkt gebracht werden, auf die man stoßen würde, besuchte man all die zahlreichen und verschiedenen Meeresböden der Erde oder – einfacher ausgedrückt – betrachtete man mit größerer Aufmerksamkeit die Gesteinsabfolgen der Vergangenheit. Der Gesteinsvielfalt nach zu urteilen (allesamt marine Gesteine), auf die man im Abschnitt Lanzenpass bis nördliches Gemeindegebiet von Paularo trifft, erscheint eines klar: das Meer im karnisch-kärntnerischen Raum änderte im Ordovizium-Karbon viele Male seine

O ancora potrebbero esserci organismi che, vivendo nel mare a basse profondità, sono in grado di formare veri e propri banchi rocciosi semplicemente aggiungendo le proprie impalcature minerali a quelle delle generazioni che li hanno preceduti, come ad esempio fanno i coralli, le spugne, alcuni tipi di alghe, certi foraminiferi incrostanti. E non sono i soli.

Ogni tipo di mare ha le rocce che si merita. Potremmo sintetizzare con questa frase l'estrema varietà di sedimenti marini che si incontrerebbe frequentando i numerosi e vari fondali marini della Terra, oppure – in modo più semplice – osservando con maggiore attenzione le successioni rocciose del passato.

A giudicare dalla varietà di rocce (tutte rigorosamente marine) che ci vengono incontro scendendo lungo il tratto dal Passo del Cason di Lanza alla periferia nord di Paularo, una cosa appare certa: il mare ordoviciano-carbonifero dell'area carnico-cariziana ha mutato molte volte le proprie caratteristiche e il proprio aspetto.

E come se non bastasse, ha voluto rendere ancora più appariscenti questi suoi cambiamenti… cambiando anche i tipi di materiali che si accumulavano incessantemente sui propri fondali. Proveremo, di seguito, a sintetizzare rapidamente queste trasformazioni.

Ordoviciano. Una parte del sedimento era prodotta, per così dire, ***in loco***. Erano frammenti di gusci di organismi marini e fanghi calcarei. Questi però si alternavano a materiali ***d'importazione***, capaci in molti casi di diventare l'apporto prevalente. In questo caso si trattava di sabbie quarzose e fanghi silicei portati in mare da lontani fiumi i quali, a loro volta, li avevano strappati a più antiche rocce emerse sottoposte ad alterazione ed erosione.

Siluriano. Il materiale sedimentato nei mari di questo periodo era in gran parte di ***produzione locale*** e di composizione calcarea. Fa bella vista di sé un iniziale livello argillitico nerissimo, legato ad arrivi di particelle… ***d'importazione***, le quali si depositavano lentamente su fondali carenti di ossigeno.

Devoniano. La gran parte dei materiali accumulati in Carnia durante questo lunghissimo periodo geologico, durato più di 50 milioni di anni, ha una composizione calcarea ed è stata prodotta ***in loco***. I mari variarono le loro condizioni passando attraverso condizioni lagunari, di mare basso, e infine di mare che andava via via diventando sempre più profondo.

Sempre in questo periodo, dove il mare si faceva più profondo, lontano dalle zone di superproduzione di sedimenti calcarei, si formavano spessori limitati di materiali argillosi silicei e

40_*Piccoli Pillow-lava nella Formazione del Dimon del Carbonifero inferiore*

41_*Questo ammasso vulcanico formato da frammenti di* pillow-lava *affiora a monte di Paularo*

Eigenschaften und sein Aussehen.
Und als ob das nicht genug wäre, gestaltete es diese Veränderungen noch auffallender … indem es auch das ständig am Grund angesammelte Material änderte. Im Folgenden werden wir versuchen, diese Veränderungen kurz zusammenzufassen.
Ordovizium. Ein Teil des Sediments wurde sozusagen direkt *vor Ort* produziert. Es handelte sich dabei um Schalenfragmente von Lebewesen und um Kalkschlämme. Diese wechselten sich jedoch mit *zugeführtem* Material ab, das in vielen Fällen sogar den größeren Anteil stellte. Dabei handelte es sich um Quarz- und Kieselsand, der von entfernten Flüssen ins Meer geschwemmt worden war, die ihn ihrerseits älterem oberirdischen Gestein durch Abtragung und Erosion abgetrotzt hatten.
Silur. Das in dieser Zeitspanne abgelagerte Material stammte zum Großteil aus *lokaler Produktion* und bestand aus Kalk. Es beginnt mit einer schön anzusehenden tiefschwarzen Lehmschicht aus *importierten* Partikelzufuhren, die sich langsam auf den sauerstoffarmen Meeresböden ablagerten.
Devon. Ein Großteil des Materials, das sich in dieser mit 50 Millionen Jahren äußerst langen geologischen Zeitspanne in Karnien angesammelt hatte, ist kalkiger Zusammensetzung und wurde *vor Ort* produziert. Die Meeresbedingungen ändern sich und aus der Lagune wird erst ein seichtes Meer und schließlich immer tiefer werdende Meere.
Ebenfalls in dieser Zeitspanne, als das Meer tiefer wurde, entstanden fernab der

40

41

strati di selce. Questi ultimi venivano in parte formati dall'accumulo di infinitesimi gusci di radiolari, microscopici organismi unicellulari.

Carbonifero. I materiali depositati nei mari profondi di questo periodo per la gran parte sono *d'importazione*, grazie a lontani fiumi che, nel mare carnico diventato ormai profondo, convogliavano sabbie e argille a composizione silicea, erose da una catena montuosa in sollevamento all'orizzonte. Il Carbonifero, in più, offre un'ulteriore interessante testimonianza. Sopra i suoi fondali marini profondi, grazie a intense fratture crostali, effusero lave basaltiche dal tipico aspetto globoso detto "a cuscino" (*pillow lava*, Figg. 40, 41).

Con questa ultima evidenza siamo arrivati alle porte di Paularo, dove hanno termine (in superficie) le rocce paleozoiche. Questa incredibile "finestra geologica", aperta sul più lontano passato delle Alpi Carniche, riserva però ulteriori sorprese. Intorno alla metà del Carbonifero – forse lo ricorderete (v. pag. 17) – l'area carnica *s.l.* fu sollevata dalle compressioni dell'*orogenesi ercinica*. Qualche pagina fa paragonammo i suoi effetti alla stropicciatura di un pacco di fogli di giornale (la successione rocciosa!).

Era una semplificazione concettuale. Nella realtà le deformazioni erciniche si sono affermate

Superproduktionsstätten von Kalksedimenten begrenzt mächtige Schichten an Lehm-Kiesel-Material und Kieselstein-Schichten. Letztere bildeten sich zum Teil durch die Ansammlung der winzigen Endoskelette von Strahlentierchen, einer Gruppe mikroskopisch kleiner einzelliger Lebewesen.

Karbon. Das in den tiefen Meeren dieser Zeitspanne abgelagerte Material wurde überwiegend durch entfernte Flüsse *zugeführt*, die ins mittlerweile tief gewordene karnische Meer Kieselsäure haltigen Sand und Lehmmaterial von der Erosion einer sich erhebenden Bergkette am Horizont anschwemmten. Das Karbon bietet zudem noch einen weiteren interessanten Beweis. Aufgrund der starken Brüche in der Erdkruste und dem dortigen Vulkanismus bildete sich über den Tiefseeböden die typisch glasiert erscheinende *Kissen- oder Pillowlava* (Tf. 40-41).

Dieses letzte Indiz hat uns bis an die Pforten von Paularo geführt, wo die paläozoischen Gesteine (an der Oberfläche) enden. Dieses unglaubliche „geologische Fenster" in die tiefste Vergangenheit der Karnischen Alpen birgt jedoch noch andere Überraschungen. Um die Mitte des Karbons – vielleicht erinnern Sie sich noch (S. 17) – wurde das karnische Gebiet von den Druckkräften der *variskischen Orogenese* emporgehoben. Einige Seiten zurück verglichen wir ihre Auswirkungen mit der Zerknitterung eines Stapels Zeitungsblätter (die Gesteinsabfolge!).

Es handelte sich dabei um eine vereinfachte Darstellung des Phänomens. In Wirklichkeit verursachten die variskischen Deformationen verworren erscheinende Geometriegebilde, doch sie besaßen eine makellose *geometrische Logik*. Die antiken Gesteine aus dem Paläozoikum in diesem ersten Abschnitt der Route sind wie ein Schaufenster auf die erste und größte aller variskischen Deformationen, wie sie in der gesamten Karnischen Bergkette zu finden sind.

42_La parte sommitale del Monte Zermula e – sotto – la ricostruzione schematica del meccanismo che ha formato la grande piega rovescia durante le spinte dell'orogenesi ercinica

42

42a

SSW M. Zermula M. Cavallo NNE

M. Dimon

Las Callas

Tomritsch

Gailtal

Potenziale Linea ... Lanza

0 km 3

42b

M. Zermula

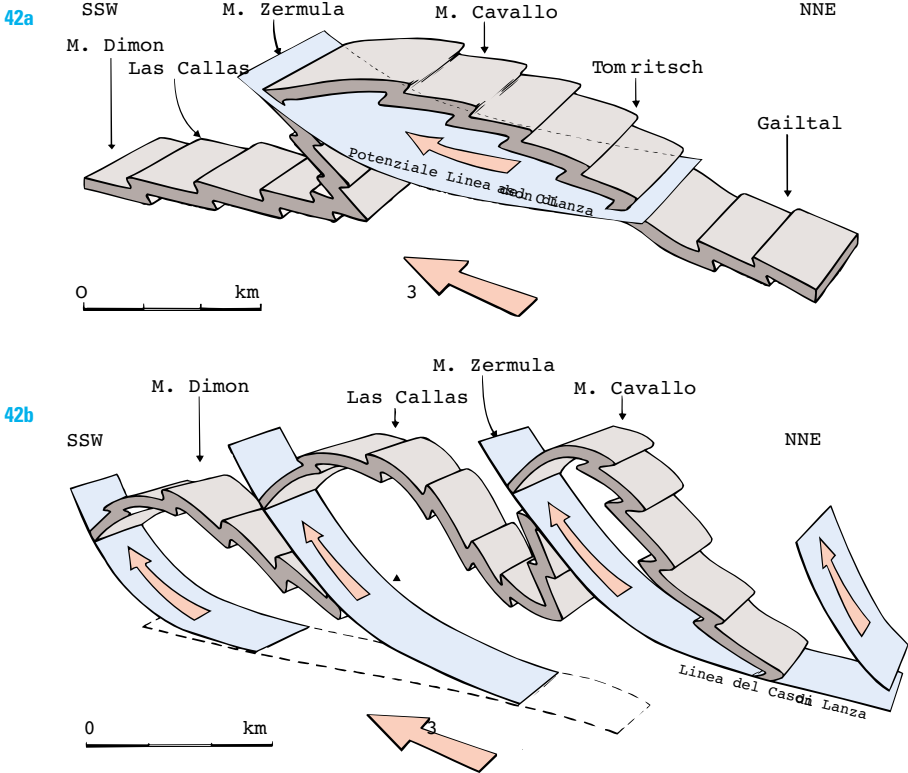
M. Dimon

Las Callas

M. Cavallo

SSW NNE

Linea del Casdi Lanza

0 km 3

In diesem Zusammenhang kehren wir wieder zum Ausgangspunkt unserer Route zurück, zu den uralten Schichten aus dem Ordovizium, die aus den Tiefen der geologischen Zeitspirale empor tauchen. Betrachten wir ihre räumliche Anordnung oder, wie die Geologen in ihrem Fachjargon sagen, die Lage. Die Schichten sind sehr stark fallend und verlaufen in Richtung Österreich in die Tiefe. Bei der Fahrt hinunter nach Stua Ramaz (und Paularo) treffen wir unmittelbar nach den besonderen, ockerfarbenen Gesteinsschichten auf das in gleicher Art abfallende Schichtenpaket aus dem Silur. Bei genauerer Betrachtung scheint sich dieses Gestein mit einer ähnlichen Neigung UNTER den Schichten aus dem Ordovizium zu befinden. Und doch sind sie jünger als diese; es wäre also nur logisch, wenn sie darüber und nicht darunter lägen.
Weiter unten treffen wir auf die Schichten aus dem Devon. Auch in diesem Fall liegen sie eindeutig UNTER denen aus dem Silur … obwohl sie sich später als diese abgelagert haben. Gleiches gilt auch auf den ersten hundert Metern der Schichten aus dem Karbon; auch sie befinden sich … UNTER denen aus dem Devon. Die deutlich sichtbare Kontaktlinie zwischen dem gebankten Gestein aus dem Devon (hell) und dem Karbon (dunkel) befindet sich nach Stua di Ramaz an einer leichten Steigung dieses Straßenabschnitts.
Die Erklärung für diese scheinbare Anomalie ist, dass die gesamte bis zu diesem Punkt durchquerte Gesteinsmasse … verkehrt herum liegt. Wie ein enormer Blätterstapel, der heute umgedreht erscheint, weil er die (umgekippte) Seite einer riesigen Faltung bildet. Diese Faltung verläuft asymmetrisch, ist über 2 Kilometer hoch und nach Süd-Südwesten hin ansteigend. Verantwortlich für die riesige Faltenbildung sind die mächtigen Kompressionskräfte der *variskischen Orogenese*.
Der gesamte Monte Zermula mit all seinen talaufwärts gelegenen Ausläufern (alle bis hierher auf der vom Lanzenpass abwärts führenden

dando luogo sì a geometrie complesse, ma caratterizzate da una ***logica geometrica*** ineccepibile. Le antiche rocce paleozoiche di questo primo tratto d'itinerario evidenziano la prima e più importante tra le deformazioni erciniche comuni a tutta la catena carnica.

A questo proposito riprendiamo il percorso da dove lo avevamo iniziato. Da quegli antichissimi strati ordoviciani che emergono dal profondo della spirale del tempo geologico. Osserviamone l'assetto o, come dicono i geologi nel loro gergo, la giacitura. Gli strati sono molto inclinati e immergono verso l'Austria. Scendendo verso Stua Ramaz (e Paularo) immediatamente dopo queste particolari rocce ocracee incontriamo, inclinato allo stesso modo, il pacco di strati di età siluriana. A ben guardare, con una simile inclinazione, queste rocce sembrano stare SOTTO agli strati ordoviciani. Eppure sono più recenti; logica vorrebbe quindi che fossero poste… sopra, e non sotto.

Scendendo ancora ci imbattiamo negli strati di età devoniana. Anche in questo caso sono, senza dubbio, SOTTO a quelli siluriani… pur essendosi deposti dopo. La stessa cosa accade anche per il primo centinaio di metri di strati carboniferi. Anch'essi sono… SOTTO a quelli devoniani. Il contatto, ben visibile, tra le rocce stratificate devoniane (chiare) e carbonifere (scure) lo possiamo intercettare, superata la Stua di Ramaz, lungo la debole risalita del taglio stradale.

La soluzione, in grado di giustificare l'apparente anomalia, è che l'intero volume roccioso attraversato fin qui da questo itinerario, si presenta… rovesciato. Può essere paragonato a una sorta di enorme pacco di fogli che oggi si presenta rovescio perché forma il fianco (rovesciato) di un'enorme piega. Una piega asimmetrica, alta oltre 2 chilometri e rampante verso sud-sudovest. La responsabilità dell'enorme piegamento è delle poderose spinte compressive dell'***orogenesi ercinica***.

Pensate che l'intero Monte Zermula, assieme alle sue propaggini situate a monte (tutte le antiche rocce paleozoiche attraversate fin qui dall'itinerario che scende dal Passo del Cason di Lanza), è solo una piccola porzione del fianco rovescio della enorme piega ercinica, le cui proporzioni dovevano essere veramente gigantesche (**Fig. 42**).

Se ora torniamo alla periferia nord di Paularo, lì dove la forra del Torrente Chiarsò si allarga e apre nella conca che ospita i più settentrionali insediamenti del Canale d'Incarojo, troviamo un'altra particolarità deformativa. La si può toccare con mano sia lungo la strada, sia (ma con maggiore difficoltà) lungo il corso del Torrente Chiarsò. È una faglia, ma questa volta a generarla furono le compressioni dell'***orogenesi alpina***. Nel panorama delle Alpi Carniche è sicuramente una delle cinque faglie più importanti che si possano incontrare.

43

44

43_*Il Monte Tersadia visto da Lovea*

44_*L'area del Lago Dimon, specchio di origine glaciale ubicato presso la vetta del monte omonimo*

Le altre sono la *faglia della Gail*, la *faglia di Sauris*, la *faglia della Val Bordaglia* e la *faglia But-Chiarsò*. La faglia che abbiamo incontrato a nord di Paularo è orientata est-ovest, il suo piano immerge verso nord, inclinato di circa 60°. La sua posizione è facilmente riconoscibile. Oltre la sua superficie, verso sud, si diffondono le tipiche rocce rosse della pianura permiana. A nord di essa, invece, si estende un "mare" di strati di età carbonifera con abbondanti vulcaniti sottomarine. La faglia, intorno a 5-10 milioni di anni fa, ha sollevato di oltre 1 chilometro il settore a nord della faglia, rispetto a quello meridionale!

Lo testimoniano proprio gli strati di quell'antica pianura rossa che si incontrano, nel blocco crostale sollevato, tra 1900 e 2000 metri di altezza, tra il Lago Dimon (**Fig. 44**) e la cima del monte omonimo. La faglia in questione, denominata *faglia Comeglians-Paluzza-Paularo* (confidenzialmente *faglia Com-Pa-Pa*),

Route durchlaufenen antiken Gesteine aus dem Paläozoikum) ist nichts als eine kleine Portion der Kopf stehenden Flanke dieser riesig großen variskischen Faltung, deren Proportionen gigantisch gewesen sein müssen (Tf. 42).
Kehren wir nun an die nördliche Gemeindegrenze von Paularo zurück, wo die Schlucht des Gebirgsbaches Chiarsò sich verbreitert und in die Senke öffnet, in der die nördlichsten Siedlungen des Canale d'Incarojo liegen, und wo wir auf eine weitere Deformationsbesonderheit treffen. Man kann sie mit den Händen sowohl von der Straße aus, als auch (mit etwas größerer Anstrengung) vom Bachlauf des Chiarsò aus berühren. Es handelt sich einmal mehr um eine Störung, doch dieses Mal ist die *alpidische Orogenese* für ihre Entstehung verantwortlich. Im gesamten Karnischen Alpenraum gehört sie sicherlich zu den fünf

bedeutendsten Störungen, die man antreffen kann. Die anderen Störungen befinden sich in folgenden Gegenden: *Gail*, *Sauris*, *Bordaglia-Tal* und *But-Chiarsò*. Die nördlich von Paularo liegende Störung verläuft in OW-Richtung, die Verwerfungsfläche fällt nach Norden ein, mit einer Neigung von rund 60°. Ihre Lage ist leicht erkennbar: in Richtung Süden schließen sich die typischen roten Gesteinsschichten der Perm-Ebene an, während sich nördlich von ihr ein „Meer" aus Karbon-Schichten mit zahlreichen untermeerischen Vulkaniten erstreckt. Vor rund 5-10 Millionen Jahren hat die Verwerfung den Sektor nördlich der Störung um mehr als einen Kilometer (verglichen mit dem südlichen Sektor) empor gehoben! Dies bezeugen eben die Schichten der antiken roten Ebene, auf die man im angehobenen Krustenblock auf 1.900-2.000 Metern Höhe zwischen dem Dimon-See (Tf. 44) und dem Gipfel des gleichnamigen Berges stößt. Die betreffende Störung, auch *Comeglians-Paluzza-Paularo-Störung* (kurz: *Com-Pa-Pa-Störung*) genannt, erstreckt über eine Breite von mehr als 20 km entlang der Ost-West-Achse, welche die drei Ortschaften verbindet.
Die Geschichte dieser Route endet nicht hier. In Paularo angekommen, gelangt man über andere Straßen zu den nicht weit entfernten Perm-Gipsen. Sie lagerten sich in der Evaporitlagune des Oberperms ab und traten an die

si estende lateralmente per oltre 20 chilometri, lungo il tracciato est-ovest che collega i tre paesi.

La storia narrata da questo itinerario non termina qui. Giunti a Paularo il percorso utilizza altre strade per incontrare, non molto distanti, i successivi gessi permiani. Si depositarono nella laguna evaporitica del Permiano superiore e ad essi cedettero cortesemente il posto gli antichi fanghi rossi e le sabbie fini della precedente pianura.

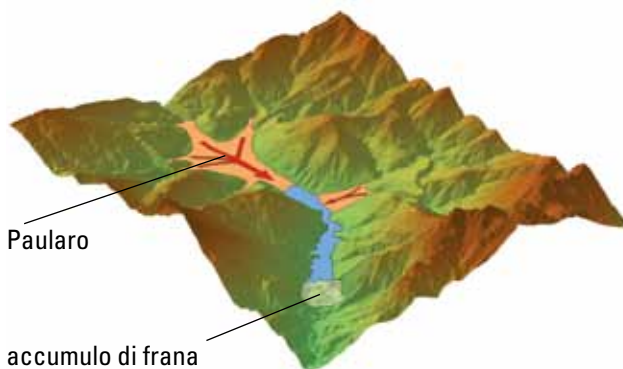
Sopra ai gessi troviamo un paio di centinaia di metri di dolomie e calcari stratificati. Attestano la decisione del mare di riprendere possesso dei territori che l'*orogenesi ercinica* prima e la pianura permiana poi continuavano a negargli. Gli ultimi strati calcarei permiani, deposti in un mare aperto e ossigenato, profondo fino ad alcune decine di metri e brulicante di vita, raggiungono la sommità del Paleozoico chiudendo un'era geologica.

Da questo momento in poi, procedendo oltre la periferia sud di Paularo, strade e stradine ci condurranno alla scoperta del Triassico, primo periodo del Mesozoico. È rappresentato tridimensionalmente dagli strati di una potente successione quasi esclusivamente deposta in mare. In seguito sarà l'*orogenesi alpina* a farsi carico di spingerla e sollevarla alle quote attuali, mentre le erosioni, glaciali e fluviali, si prenderanno il compito di scavarla ed esporla ai nostri occhi di appassionati crononauti.

È proprio in quest'ultimo tratto di itinerario, da Paularo verso sud, lì dove la forra si apre e dissolve cedendo la scena all'accogliente conca paularina, che inizia la lettura di dettaglio del *"passato prossimo"* di questo tratto di vallata. Ne scaturisce una nuova storia, iniziata 20.000 anni fa, dove i protagonisti erano, nell'ordine di comparsa in scena, ***un ghiacciaio***, in fase di ritiro, il quale spartiva le battute del copione con la sua spalla più diretta, quel torrente subglaciale che, raccogliendo le acque di fusione sul fondo della relativa lingua glaciale, ne percorreva le profondità scaturendo irruento dalla sua fronte più estrema; ***una frana***, staccatasi dal versante sinistro della vallata (**Fig. 43**) all'altezza

45_L'immagine elaborata e la rappresentazione in 3D mostrano l'aspetto della conca di Paularo durante la presenza del paleo-lago, riferibile a qualche migliaio di anni fa; si può notare la frana che ha bloccato i deflussi del Torrente Chiarsò e gli apporti torrentizi (delta-conoidi) che sfociavano nell'invaso

46_L'alta Valle del Torrente Bût con la profonda incisione del passo di Monte Croce Carnico

45

delle borgate di Trelli e Chiaulis e che fu in grado di bloccare le acque del Torrente Chiarsò e dei suoi affluenti per almeno alcuni millenni; ***un lago***, logica conseguenza dell'accumulo di frana che intasava il fondovalle; ***i detriti torrentizi*** che, abbondantissimi, si riversarono nell'invaso formando depositi deltizi e lacustri sotto forma di ventagli di materiale ghiaioso, sabbioso e fangoso; ***le profonde scarpate*** da erosione fluviale che si generarono a spese dei precedenti depositi fluvio-deltizio-lacustri quando la diga naturale (l'accumulo di frana) alla fine cedette – come sempre accade – e il lago, o quanto restava di esso, si svuotò (Fig. 45).

Rispetto al lungo film dell'evoluzione paleozoica, dall'intreccio complesso e imprevedibile, quest'ultima storia è un cortometraggio che si svolge secondo un copione già utilizzato, nel medesimo intervallo temporale, da altre vallate carniche. Eppure, nonostante questo, i segni che un tale tipo comune di evoluzione lascia sul territorio delle singole vallate conferisce ad ognuna un aspetto e una personalità unica e altrove irriproducibile.

Stelle der roten Schlamm- und Feinsandsedimente der vorhergehenden Ebene.
Über den Gipsen liegen mehrere Hundert Meter gebankter Dolomitstein und Kalke. Sie belegen die neuerliche Eroberung der erst von der *variskischen Orogenese* und später von der Perm-Ebene „trocken gehaltenen" Gebiete durch das Meer. Die letzten Perm-Kalk-Schichten wurden in einem offenen und sauerstoffreichen Meer abgelagert; dieses war stellenweise zig Meter tief und in ihm wimmelte es von Leben. Diese Schichten erreichen den Höhepunkt des Paläozoikums und schließen eine geologische Ära ab.
Von diesem Zeitpunkt an führen uns die Straßen und Sträßchen südlich der Ortsgrenze von Paularo hinein in die Trias, in das unterste System des Mesozoikums. Sie besteht dreidimensional aus den Schichten einer mächtigen Abfolge, die fast ausschließlich im Meer abgelagert wurden. Danach schoben und hoben sie die Kräfte der *alpidischen Orogenese* bis auf die heutige Höhe, während sie durch glaziale und fluviale Erosionen ausgehöhlt und den Augen von uns begeisterten Zeitreisenden aufgeschlossen wurde.
Genau in diesem letzten Abschnitt der Route von Paularo nach Süden, wo die Schlucht sich öffnet, auflöst und die Bühne der freundlichen Senke von Paularo überlässt, beginnt die detaillierte Aufschlüsselung der *„näheren Vergangenheit"* dieses Talabschnitts. Es ist der Anfang einer neuen Geschichte, die vor 20.000 Jahren beginnt und deren Hauptdarsteller folgende sind (in der Reihenfolge ihres Auftritts): ein *Gletscher* in der Rückzugsphase

46

LA VALLE DEL TORRENTE BÛT

Vi accorgerete, proseguendo nella lettura, come quest'ultimo itinerario sia in parte simile a quello precedente (v. pag. 53). Può svolgere un ruolo alternativo ad esso, anche se – frequentando entrambe le proposte – vi renderete conto che l'uno è complementare all'altro. Ma poi, diciamolo, anche se i presupposti evolutivi di due vallate contigue sono gli stessi (e non potrebbe essere altrimenti), ognuna ha la propria personalità e il proprio distintivo carattere, fatti di forme, di vegetazione (c'è anche quella), di giochi di luci ed ombre, di distribuzione dei caratteri naturali… Tutte peculiarità in grado di rendere ogni valle unica e irripetibile. Un po' come le persone, anche quando appartengono alla stessa famiglia.

Quest'itinerario si svolge lungo un percorso stradale principale (SS 52bis), arricchendo le osservazioni dirette grazie a una vantaggiosa rete di strade secondarie, mulattiere e sentieri. Si snoda dal Passo di Monte Croce Carnico, attraversa Timau e raggiunge la periferia di Cleulis. Da lì devia salendo ai 1500 metri di Pramosio per accedere a un circuito secondario da percorrere interamente a piedi fino alla quota di 2000 metri (Fig. 46).

Poi, una volta riconquistato il fondovalle principale, l'itinerario riprende la SS 52bis, scendendo alla volta di Paluzza e Arta, per poi proseguire guadagnando rapidamente il settore di Tolmezzo e il Monte Amariana. L'itinerario ha termine ai piedi di quest'ultimo suggestivo rilievo piramidale (con deviazione a Illegio), poco prima del paese di Amaro, in corrispondenza del quale le acque del Torrente Bût si confondono in quelle del suo collettore, il Fiume Tagliamento.

La ripida discesa tra i numerosi tornanti che collegano il valico italo-austriaco all'abitato di Timau, si snoda tra le rocce calcaree chiare devoniane e quelle, decisamente scure (a composizione silicea) di età carbonifera. Raggiunto il

47

47_*Il massiccio del Cuelat (Freikofel), posto fra Pal Grande e Pal Piccolo a Nord di Timau*

48_*L'area sommitale del Cuelat costituita da calcari del Devoniano*

und ein subglazialer Wildbach, der mit dem gesammelten Schmelzwasser unter dem Gletscher verläuft und an dessen äußerster Front ungebändigt wieder heraussprudelt; *ein Bergrutsch*, abgelöst vom linken Talhang auf Höhe der Ortschaften Trelli und Chiaulis, der in der Lage war, die Wassermassen des Wildbachs Chiarsò und seiner Zuflüsse für die Dauer mindestens einiger Jahrtausende zu blockieren; *ein See*, logische Folge der riesigen Erdrutschmassen, die die Talsohle blockierten; *die Geröllmassen der Wildbäche*, die sich überreich ins überschwemmte Gebiet ergossen und deltaische sowie Seeablagerungen in Form von Schwemmfächerablagerungen aus Geröll-, Sand- und Schlammmaterial bildeten; *die tiefen Schichtstufen* durch fluviale Erosion, die sich auf Kosten der vorher gehenden Fluss-Delta-See-Ablagerungen bildeten, als die natürliche Talsperre (Ansammlung von Bergrutschmassen) letztendlich nachgab – wie es immer geschieht – und der See, oder das was von ihm übrig war, sich entleerte (Tf. 45).

Verglichen mit dem langen File der paläozoischen Evolution mit ihren komplexen und unvorhersehbaren Handlungssträngen, erscheint diese letzte Geschichte wie ein Kurzfilm, der nach einem bereits von anderen karnischen Tälern und im gleichen Zeitintervall verwendeten Drehbuch abläuft. Und dennoch, trotz alledem, verleihen die Spuren, die solch eine gleichsame Evolution auf dem Gebiet der einzelnen Täler hinterlässt, jedem Tal ein Bild und eine einzigartige Persönlichkeit die anderswo nicht reproduzierbar ist.

DAS TAL DES WILDBACHS BUT

Beim Weiterlesen werden Sie feststellen, dass diese letzte Route teilweise der vorhergehenden ähnelt (S. 53). Sie kann zwar alternativ zur ersten ausgeführt werden, doch wenn Sie beide besuchen werden Sie feststellen, dass sie sich gegenseitig ergänzen. Aber dann gilt es wiederum zu bedenken, dass auch wenn zwei aneinandergrenzende Täler die gleichen Voraussetzungen für ihre Evolution hatten (wie könnte es anders auch sein), dennoch jedes eine eigene Persönlichkeit und unterschiedliche Charakterzüge besitzt, die aus Formen, Vegetation (auch sie ist vorhanden), aus dem Zusammenspiel von Licht und Schatten und aus der Verteilung natürlicher Merkmale bestehen.

48

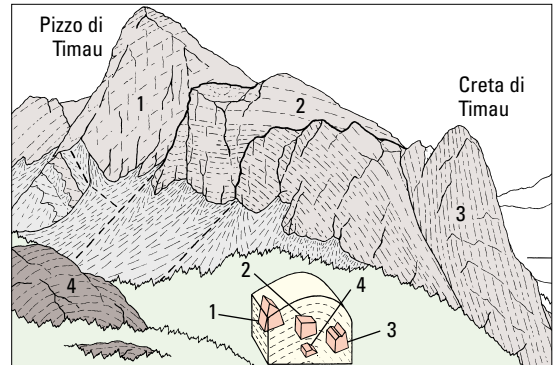
fondovalle, orientato circa est-ovest, ci si rende conto che sul versante sinistro della vallata prevalgono i calcari devoniani, mentre quello destro è formato dalle sole rocce scure carbonifere. I due settori, a composizione differente, sono separati da una faglia la cui superficie, praticamente verticale, ricalca approssimativamente il fondo del solco vallivo.

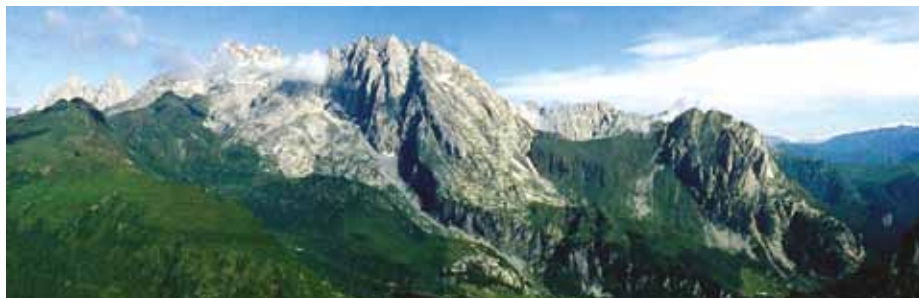
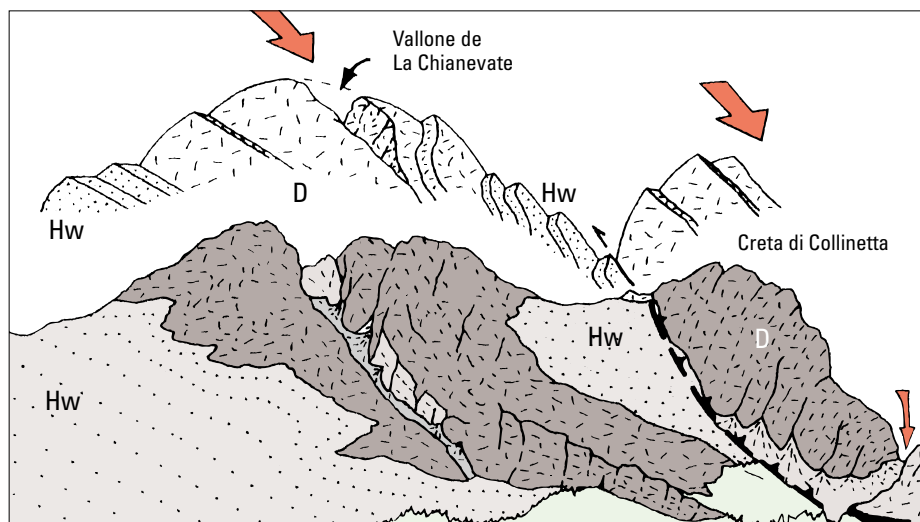
È il versante sinistro a riservare le migliori informazioni e lo fa attraverso il massiccio della Creta di Timau. Quest'ultima, con le retrostanti propaggini del Cuelat (Freikofel), se osservata da un'angolazione e un'altezza vantaggiose – ad esempio dal Rifugio Marinelli – è in grado di rivelare il proprio assetto "piegato e fagliato", ereditato dall'***orogenesi ercinica*** e perfezionato – se così si può dire – dalle compressioni dell'***orogenesi alpina*** (**Fig. 47**).

Il motivo deformativo ercinico questa volta è una grande piega, alta come l'intera montagna. Per renderla facilmente riconoscibile (a distanza di 320 milioni di anni dall'evento!) occorre però cercare di sottrarre le deformazioni più recenti, quelle alpine. Queste ultime si limitano – per fortuna nostra – a una manciata di faglie verticali che hanno "sblocchettato" la piega originaria spostandone orizzontalmente le singole fette.

Senza quest'ultimo effetto, che confonde le cose alterando la continuità dell'antica struttura ercinica, la piega sarebbe ancor oggi riconoscibile anche dai non esperti di cose geologiche. Invece, occorre un piccolo sforzo per capire che, come in un ***cubo di Rubik***, bisogna traslare (mentalmente) le varie porzioni di roccia fino a farle nuovamente combaciare. Qualcuno penserà che la piega ercinica, tornata al suo antico splendore, sia assimilabile a quella del Monte Zermula (v. pag. 67). Tutt'altro.

Questa della Creta di Timau fa parte di un sistema di grandi pieghe (ma non ENORMI e ROVESCE come quella del Monte Zermula!) rappresentato da almeno altre quattro pieghe simili riconoscibili nel volume roccioso

49

All dies sind Besonderheiten, die jedes Tal einzigartig und einmalig machen, etwa so wie die Menschen, die ein und derselben Familie angehören.
Die Route folgt dem Verlauf einer Hauptstraße (SS 52 bis), wobei direkte Beobachtungen dank eines guten Netzes aus Nebenstraßen, Saumpfaden und Wanderwegen leicht möglich sind. Sie führt vom Plöckenpass nach Timau und weiter zum Ortsrand von Cleulis. Von dort steigt sie nach Pramosio (1.500 m), dem Einstiegspunkt eines zweiten Rundwegs an, der bis auf 2.000 m Höhe zu Fuß zu bewältigen ist (Tf. 46). Zurück in der Haupttalsohle, führt die Route weiter auf der SS 52 bis hinunter nach Paluzza und Arta, und von dort aus rasch in den Sektor von Tolmezzo und dem Monte Amariana. Die Route endet am Fuß des Berges, einer eindrucksvollen pyramidenförmigen Erhebung (Umleitung nach Illegio), kurz vor der Ortschaft Amaro, wo sich das Wasser des Wildbachs But mit denen des Hauptflusses Tagliamento vermischt.
Die rasche Fahrt von der österreich-italienischen Grenzstation über zahlreiche Kehren hinab zur Ortschaft Timau verläuft zwischen den hellen Kalksteinen aus dem Devon und dem eindeutig dunklen (aus Kieselstein bestehenden) Gestein aus dem Karbon. Angekommen auf der ungefähr ost-westlich verlaufenden Talsohle ist zu erkennen, dass auf der linken Talseite Devonkalke überwiegen, während die rechte allein aus dem dunklen Karbongestein besteht. Die beiden Sektoren unterschiedlicher Zusammensetzung sind von einer Störung getrennt, deren Verwerfungsfläche fast senkrecht ist und ungefähr dem Boden des Talgrabens folgt.
Die besten Informationen liefert jedoch der linke Hang über das Massiv des Hochecks. Zusammen mit den dahinter befindlichen Ausläufern des Freikofels enthüllt er von einem günstigen Winkel und angezeigter Höhe – z.B. von der Marinelli-Hüte – aus betrachtet seine „gefaltete und verworfene“ Anordnung, die er der *variskischen Orogenese* zu verdanken hat und die – wenn man so sagen kann – von den Druckkräften der *alpidisch Orogenese* „optimiert“ wurde (Tf. 47).
Das variskische Deformationsmuster ist diesmal eine große Faltung, so hoch wie der gesamte Berg. Um sie leichter erkennen zu können (320 Millionen Jahre nach dem Ereignis!) muss man die jüngeren, alpidischen Deformationen davon abziehen.
Diese sind – zu unserem Glück – auf eine Handvoll vertikaler Störungen begrenzt, welche die ursprüngliche Verwerfung durch horizontale Verschiebung einzelner Stücke in Blöcke zerschlagen haben.
Ohne diesen Effekt, der die Kontinuität der alten variskischen Struktur verändert und so Verwirrung stiftet, wäre die Faltung noch heute auch von Nicht-Geologen erkennbar. So hingegen ist räumliches Denken von Nöten, um zu verstehen, dass man wie beim *Zauberwürfel* die einzelnen Gesteinsportionen (mental) verschieben muss, bis sie wieder zusammenpassen. Manch einer mag denken, dass die variskische Faltung, zu ihrer alten Pracht zurückgekehrt, mit der Faltung am Monte Zermula (S. 67) vereinbar wäre. Völlig verkehrt! Die Faltung am Hocheck gehört zu einem System großer Faltungen (jedoch nicht ENORM und UMGEDREHT liegend wie am Monte Zermula!) aus mindestens vier weiteren Faltungen ähnlicher Art, die in den ältesten Gesteinsmassen der Karnischen Alpen erkennbar sind. Die Geometrie dieser Art von Faltungen könnte man der Einfachheit halber mit einer „Zugbrücke“ vergleichen (es gibt auch einen komplexen englischen Fachbegriff, der uns jedoch das Leben unnötig erschweren würde). So erhält der Leser ein Bild das klar macht, dass keine Seiten und … Kehrseiten (umgedrehte Seiten) existieren.
Während die gigantische Faltung am Monte Zermula die erste Folge der variskischen Druckkräfte im karnischen Gebiet war, stellten die „Zugbrücken“-Faltungen – ebenfalls groß, jedoch kleiner als ihre Vorgängerin – das abschließende Ereignis (oder nahezu) der *variskischen Orogenese* in Karnien dar. Da jeder Effekt stets auf dieselbe große Krustenmasse wirkte, summierten (und überlagerten!) sich mit der Zeit die Deformationen und machten uns Geologen, die das Alles zu verstehen versuchten, das

50

49_*Le rocce devoniane del Pizzo di Timau rappresentano una grande piega ercinica che moltissimi milioni di anni dopo è stata "tagliata" in blocchi e "spostata" dalle faglie dell'*orogenesi alpina*. Nel disegno (in piccolo) è indicata la posizione originaria dei vari blocchi (da 1 a 4)*

50_*I segni dell'*orogenesi ercinica *conservati nel massiccio del Monte Cogliàns (**D** = calcari del Devoniano; **Hw** = arenarie del Carbonifero)*

più antico delle Alpi Carniche. La geometria di questo tipo di pieghe, per non scomodare complesse terminologie inglesi che complicano la vita, potrebbe essere semplicemente definita "a ponte levatoio". Credo possa rendere l'idea e sottolinei che in esse non esistono fianchi… rovesci.

Mentre la gigantesca piega asimmetrica riconosciuta al Monte Zermula fu il primo degli effetti causati dalle compressioni erciniche nell'area carnica, queste pieghe "a ponte levatoio" – grandi anch'esse, ma molto più ridotte rispetto alla cugina che le ha precedute – furono l'effetto conclusivo (o quasi) dell'*orogenesi ercinica* in Carnia. Dato che ogni effetto agiva sempre sullo stesso grande volume crostale, col passare del tempo le deformazioni si sommavano (e sovrapponevano!), rendendo complicata la vita di noi geologi che cerchiamo di capirci qualcosa. Per fortuna nostra e vostra, la spinta compressiva ercinica mantenne una direzione costante nel tempo, generando pieghe differenti sì, ma almeno orientate tutte allo stesso modo, il che – credetemi – è un vantaggio non da poco per chi, giunto sul luogo del crimine 320 milioni di anni dopo, deve ricostruire la scena del delitto e sbrogliare la matassa degli eventi.

Tanto per fare le vittime e – da geologi che conducono ricerca di base – piangerci un po' addosso, posso aggiungere che, al contrario, il comparto alpino nord-orientale e centrale durante l'*orogenesi alpina* ha subìto ben tre differenti spinte compressive, ognuna diretta in modo diverso dalle precedenti. Ogni nuova spinta generava nuove pieghe e faglie, naturalmente orientate in modo tutto proprio. Poi accadeva che alcune faglie "antiche" si ri-

51

attivavano a modo loro durante le nuove spinte. Inutile aggiungere che ogni volta era sempre lo stesso immenso volume roccioso ad accogliere, generosamente, tutti i tipi di deformazioni. Un vero delirio per i geologi!

Inoltre, non sfuggirà a nessuno che nelle rocce paleozoiche più antiche, alle deformazioni erciniche si sono sovrapposte quelle dell'*orogenesi alpina*. Un delirio al quadrato! Ma quanta soddisfazione quando ci si accorge che, dipanando il gomitolo dagli spaghi intrecciati, molte cose (mai tutto!) tornano chiare e comprensibili. Per buona sorte, dove le pieghe erciniche avevano coinvolto i calcari siluro-devoniani, questi ultimi si sono comportati come dei nuclei compatti che l'*orogenesi alpina* ha potuto solo "sblocchettare", con effetti deformativi minimi.

La salita ai ripiani di Pramosio consente di montare in groppa alla piega ercinica della Creta di Timau (**Figg. 49, 51**). Camminando letteralmente sopra alla sua porzione orientale avrete inoltre l'opportunità di riconoscere la prima porzione dei depositi silicei di età carbonifera

Leben schwer. Zu unserem und Ihrem Glück behielt die variskische Schubkraft im Lauf der Zeit ihre Schubrichtung bei und schuf zwar unterschiedliche Faltungen, doch diese waren alle gleich gerichtet; dies ist – glauben Sie mir – ein großer Vorteil für alle, die 320 Millionen Jahre später am Schauplatz des „Verbrechens" eine Tat rekonstruieren und die Spule der Ereignisse entwirren sollen.
Um ein bisschen Opfer zu spielen und um – ganz nach Art der Geologen, die Basisforschung betreiben – sich selbst zu bemitleiden, möchte ich hinzufügen, dass der nordöstliche und zentrale Bereich der Alpen dagegen während der *alpidischen Orogenese* sage und schreibe drei verschiedene Kompressionsschübe durchlaufen hat, von denen jede anders gerichtet war als die jeweils vorhergehende. Jeder neuerliche Schub erschuf neue Faltungen und Verwerfungen, die natürlich auf ganz eigene Art gerichtet waren. Und dann reaktivierten sich während der neuerlichen Schübe plötzlich wieder „alte" Verwerfungen auf ihre Art. Ich brauche nicht hinzuzufügen, dass diese Deformationen jedes Mal auf die gleiche, geradezu „einladend" erscheinende gewaltige Gesteinsmasse wirkten. Ein wahrer Albtraum für Geologen!
Außerdem wird es wohl niemandem entgangen sein, dass im ältesten Gestein aus dem Paläozoikum die Deformationen der *alpidischen Orogenese* die variskischen Deformationen überlagert haben. Ein Albtraum hoch zwei! Welche Genugtuung bereitet es jedoch, wenn man beim Entwirren der verstrickten Fäden feststellt, dass viele Dinge (niemals alle!) wieder klar und verständlich

52

51_*La Creta di Timau, l'area di Pramosio e il bacino del Torrente Moscardo visti da Ovest*

52_*Nell'area di Cima Avostanis, a monte di Casera Pramosio, il contatto fra i resistenti calcari del Devoniano e i più erodibili livelli del Carbonifero è reso evidente dalla differenza delle morfologie superficiali*

werden. Dort, wo die variskischen Faltungen auch die Silur-Devon-Kalke ins Geschehen verwickelt hatten, verhielten sich diese durch eine glückliche Fügung wie kompakte Kerne, die die *variskische Orogenese* nur in Blöcke zerschlug, mit minimaler deformierender Wirkung.
Der Anstieg zu den Stufen von Pramosio führt auf den Kamm der variskischen Faltung am Hocheck (Tf. 49-51). Beim buchstäblichen Gang über ihren östlichen Abschnitt kann man außerdem den ersten Teil der Kieselablagerungen aus dem Karbon (dunkles Gestein) erkennen, die ebenfalls in die Faltung verwickelt waren, und die Kontaktlinie auf den darunter liegenden Devonkalken ausmachen (Tf. 52).
Ebenfalls in Pramosio kann man eine besondere Vulkanitart (nicht basisch sondern sauer, d.h. aus stärker kieselsäurehaltigen Magmen stammend) aus der Nähe betrachten, die hier eine ganze Felserhebung bildet: die steile Crete del Mezzodì. Wie die basischen Vulkanite der vorigen Route (S. 53) schieben auch

(rocce scure), anch'essi coinvolti nel piegamento, e individuarne il contatto sui sottostanti calcari devoniani (**Fig. 52**).

Sempre a Pramosio, potrete anche cogliere l'occasione di guardare da vicino un particolare tipo di vulcaniti (questa volta non basiche ma acide, cioè derivate da magmi molto più ricchi in silice) che qui forma un intero rilievo roccioso: la scoscesa Crete del Mezzodì. Anch'esse si intercalano ai depositi di età carbonifera (rocce scure), alla pari delle vulcaniti basiche del precedente Itinerario (v. pag. 53), ma formando un orizzonte a sé stante nella successione rocciosa.

La discesa verso Paluzza ci porta infine ad aggirare lo sperone di rocce carbonifere scure che, alla periferia settentrionale del paese, restringe il fondovalle. Superato questo piccolo rilievo, arrotondato dai ripetuti transiti glaciali, la vallata si allarga e, lungo i versanti, cambiano improvvisamente i tipi di rocce.

Non più rocce carbonifere, ma gli inconfondibili strati rossi della pianura permiana, di nuovo loro! (v. pag. 19). A dire il vero, lungo il fondovalle gli abbondanti detriti fluviali coprono ogni segnale di cambiamento litologico. Basta però spostarsi lateralmente (fondivalle della Valcalda e della Val Pontaiba) per intercettare le rocce permiane.

La ragione dell'improvviso cambiamento è sempre la stessa (v. pag. 62): la grande, importante, estesa faglia compressiva che da Comeglians passa per Paluzza e prosegue fin oltre Paularo

53

54

(faglia Com-Pa-Pa). È sempre lei che, col proprio ripido piano, inclinato circa 60° verso nord, ha sollevato il settore a settentrione per oltre un chilometro. Anche in questo caso, gemello della situazione riscontrata a Paularo (v. pag. 63) e a Comeglians (v. pag. 62), la prova dello spostamento poderoso si trova arroccata intorno a 2.000 metri di quota, nei pressi della cima del Monte Zoncolan.

È lì che appaiono, risparmiati dalle erosioni quaternarie, gli originari fanghi rossi (oggi siltiti) residui della originaria pianura permiana. Sono ancora ben radicati sulle sottostanti vulcaniti basiche di età carbonifera che l'***orogenesi ercinica*** strapazzò a dovere, fece emergere e sottopose ad erosione.

Tutto questo prima che la pianura permiana, quasi 40 milioni di anni più tardi, le ricoprisse con i propri fanghi precocemente arrossati dall'ossidazione.

Se noi oggi, al Monte Zoufplan (**Fig. 53**), siamo in grado di osservare quell'antico contatto fra questi due tipi di roccia e letteralmente camminarci sopra, lo dobbiamo alla vitalità abiologica

sie sich in die Ablagerungen aus dem Karbon (dunkles Gestein), doch unter Bildung eines eigenständigen Horizonts innerhalb der Gesteinsabfolge.
Die Fahrt hinunter nach Paluzza führt uns schließlich um den Karbongestein-Ausläufer herum, der am nördlichen Ortsrand die Talsohle einengt. Nach Überwindung dieser kleinen, von den wiederholten Gletscherdurchzügen rund geschliffenen Erhebung, wird das Tal wieder breiter und die Gesteinstypen an den Hängen ändern sich plötzlich.
Kein Karbongestein mehr, sondern die unverwechselbaren roten Lagen der Perm-Ebene … nicht schon wieder! (S. 19)
Um die Wahrheit zu sagen verdecken die großen fluvialen Schuttmassen entlang der Talsohle jeden Hinweis auf eine lithologische Veränderung. Begibt man sich jedoch in die Seitentäler (Talsohlen der Valcalda und des Pontaiba-Tals), so stößt man auf das Perm-Gestein.
Dieser plötzliche Wechsel hat immer die gleiche Ursache (S. 62): die große, mächtige und ausgedehnte Kompressionsstörung von Comeglians nach Paluzza und weiter bis über Paularo hinaus (*Com-Pa-Pa-Störung*).
Es war immer wieder diese Störung, die mit ihrer ca. 60° nach Norden einfallenden steilen Verwerfungsfläche den nördlichen Sektor um mehr als einen Kilometer emporgehoben hat. Auch in diesem Fall – identisch mit der Situation in Paularo (S. 63) und in Comeglians (S. 62) – liegt der Beweis für die mächtige Verschiebung auf rund 2.000 m Höhe im Gestein am Gipfel des Monte Zoncolan.
Hier sind die roten Schlammablagerungen (heute Siltite), welche von der ursprünglichen Perm-Ebene übrig sind,

55

53_Le forme morbide dell'area sommitale del Monte Zoufplan

54_ Un caratteristico affioramento di gessi lungo la Val Pontaiba

55_I particolari livelli della Formazione di Werfen lungo il Rio Randice (Arta Terme)

unbeschadet durch die Erosionen des Quartärs aufgeschlossen. Sie sind noch immer gut mit den darunter liegenden basischen Vulkaniten aus dem Karbon verbunden, welche während der *variskischen Orogenese* stark mitgenommen, emporgehoben und erodiert wurden. Dies alles geschah, bevor die Perm-Ebene fast 40 Millionen Jahre später diese Ablagerungen mit den eigenen frühzeitig durch Oxidation rötlich gefärbten Schlammsedimenten bedeckte.
Heute können wir am Monte Zoufplan (Tf. 53) diese alte Kontaktlinie zwischen den beiden Gesteinen beobachten und buchstäblich darauf herumgehen; und dies verdanken wir der abiologischen Vitalität unseres Planeten, den Emporhebungskräften der *Com-Pa-Pa-Störung* (alpidische Verwerfung) und nicht zuletzt den intensiven Erosionen, die zeitgleich und im Anschluss an die Anhebung des Krustenblocks wirkten. Und schließlich noch eine Zusatz-Info: der von dieser besonderen Störung vor rund 10-5 Millionen Jahren

del nostro pianeta. Al sollevamento operato dalla *faglia Com-Pa-Pa* (faglia alpina) e, non ultime, alle intense erosioni, attive contemporaneamente e successivamente all'innalzamento del blocco crostale. Un ultimo dato: il settore sollevato da questa particolare faglia intorno a 10-5 milioni di anni fa, è ampio in pianta oltre 300 chilometri quadrati!

All'altezza di Paluzza le deviazioni (lungo strada) verso le due vallate laterali che, da opposte direzioni, confluiscono nella meridiana Valle del Torrente Bût, non solo consentono la visione diretta degli strati rossi della pianura permiana (Valcalda), ma anche l'immersione nella successiva laguna evaporitica. Quest'ultima si era sostituita a un delta fangoso e piatto, modificazione della precedente pianura. La trasformazione è sottolineata da sparsi gessi alternati a strati di dolomia nera, un segnale che periodicamente la laguna si apriva agli scambi con il mare aperto, interrompendo le condizioni evaporitiche.

In particolare, i gessi (e dolomie nere) della Val Pontaiba riservano ulteriori sorprese lungo il versante sinistro della valle, lambito dalla strada (**Fig. 54**). Qui si notano anche, chiarissimi e facilmente raggiungibili, gli effetti prodotti dalle compressioni alpine. Pieghe, faglie, frantumazioni intense, ricristallizzazioni dei gessi, fluimenti, polverizzazioni e riconsolidamenti delle dolomie. Tutto questo grazie alle caratteristiche opposte dei due tipi di roccia.

empor gehobene Sektor bedeckt im Grundriss eine Fläche von mehr als 300 km².
Auf Höhe von Paluzza ermöglichen die Abzweigungen (entlang der Straße) zu den beiden Seitentälern, die aus unterschiedlichen Richtungen im mittig gelegenen Tal des Wildbachs But zusammen laufen nicht nur ein direktes Bild der roten Lagen der Perm-Ebene (Valcalda), sondern auch das Eintauchen in die darunter liegende Evaporitlagune. Diese ersetzte ein flaches Schlammdelta, eine Veränderung der vorhergehenden Ebene. Diese Verwandlung wird durch verstreute, sich mit schwarzen Dolomitschichten abwechselnde Gipse belegt, ein Indiz dafür, dass in der Lagune ein regelmäßiger Wasseraustausch mit dem offenen Meer stattfand und so die evaporitischen Bedingungen unterbrochen wurden.
Die Gipse (und der schwarze Dolomit) im Pontaiba-Tal bieten im Bereich des linken, von der Straße gestreiften Talhangs noch weitere Überraschungen (Tf. 54). Hier sind auch die von den alpidischen Kompressionen hervorgerufenen Auswirkungen deutlich sichtbar und leicht zu erreichen. Faltungen, Störungen, starke Zertrümmerungen, Gips-Rekristallisationen, Fließen, Pulverisierung und erneute Verfestigung der Dolomitmassen.
All dies aufgrund der gegensätzlichen Eigenschaften dieser beiden Gesteinstypen.
Gips verhält sich plastisch, Dolomit hingegen brüchig. Bringen Sie nun die beiden Gesteine in ihrer ursprünglichen, engen Wechselschichtung zusammen und senken sie sie einige Kilometer in die Tiefe der Erdkruste ab; dann drücken fest von den Seiten, wie nur orogenetische Kompressionen es tun, und Sie erhalten eine wirklich spektakuläre Wirkungsmischung.
Wären am Gipfel des Monte Zoufplan die Quartär-Erosionen (d.h. die letzten 2 Millionen Jahre) nur etwas schwächer gewesen, dann wäre heute auch noch der Gips und Dolomit erhalten, in direktem Kontakt über dem roten Schlamm (Siltit) der Ebene, die vor gut 250 Millionen Jahren bereits ahnte, dass das Meer sich anschickte, die Gebiete im Nordosten mit frischen Kräften zurückzuerobern.
Nach diesen seitlichen Abstechern führt die Route weiter Richtung Süden in der Talsohle des San Pietro-Kanals (But-Tal). Von hier aus kann uns sein Verlauf dank der fluvialen Erosionen die Gesteine aufzeigen, welche die Gips-Dolomit-Wechsellagen überlagerten und das Perm und somit das Paläozoische Zeitalter abschlossen.
Sie sind wunderschön aufgeschlossen an einer breiten, 400 m hohen Felswand zu sehen, die sich gegenüber der Mündung des Rio Randice in den Wildbach But befindet. Im obersten Bereich ist auch der harte Übergang auf die ersten Triasschichten perfekt erhalten, die hier mit einer fast 100 m kontinuierlichen Mächtigkeit aufgeschlossen sind (Tf. 55).
Weiter in Richtung Tolmezzo sind die Triasschichten unsere einzigen Begleiter, bis sie mit der eindrucksvollen Masse des Monte Amariana (Obere Trias, übergehend zu den ersten Schichten der nachfolgenden Jura-Periode, Tf. 56-57-59) enden. Dessen eng gebanktes Gestein zeugt vom Grund antiker Tropenlagunen mit klarem, warmem und sauerstoffreichem Wasser, wo es von Algen und Bakterien nur so wimmelte.

56

57

Plastico è il comportamento dei gessi, fragile quello delle dolomie. Mettete insieme le due rocce, nelle loro originarie, fitte alternanze stratificate, portatele a profondità crostali di alcuni chilometri, spingetele lateralmente – come solo le compressioni orogenetiche sanno fare – e otterrete una miscela di effetti davvero spettacolari.

Se in cima al Monte Zoufplan le erosioni quaternarie (ultimi 2 milioni di anni) fossero state appena un po' meno intense, oggi potremmo ancora trovare preservati anche i gessi e le dolomie, in contatto diretto sopra i fanghi rossi (siltiti) di pianura. Una pianura che, poco più di 250 milioni di anni fa, intuì che il mare stava facendo sul serio e si accingeva a riconquistare, con rinnovata lena, i territori del Nordest.

Terminate le deviazioni laterali, l'itinerario riprende a scorrere in direzione sud, lungo il fondovalle del Canale di San Pietro (Valle del Bût). Da qui, sempre grazie alle erosioni fluviali, il suo tragitto è in grado di rivelarci le rocce che si sovrapposero alle alternanze di gessi e dolomie, concludendo il periodo Permiano e con esso l'Era Paleozoica.

Ce le presenta, magistralmente esposte, lungo un'ampia parete rocciosa, alta ben 400 metri, collocata di fronte alla confluenza del Rio Randice nel Torrente But.

Nella sua parte sommitale è perfettamente conservato anche il passaggio netto ai primi strati del Triassico, qui esposti per uno spessore continuo di quasi 100 metri (**Fig. 55**).

Proseguendo verso Tolmezzo, gli strati triassici ci accompagnano, come unici protagonisti, fino a culminare con la possente mole del Monte Amariana (Triassico superiore, passante ai primi strati del successivo periodo Giurassico, **Figg. 56, 57, 59**). Le sue rocce fittamente stratificate sussurrano di antichi fondali di laguna tropicale dalle acque calde, limpide e ossigenate, dove prosperavano alghe e batteri in quantità.

Erano capaci di rifornire l'ambiente marino di infinite, sottili pellicole sovrapposte, composte da calcare chiaro (le note *stromatoliti*) e alternate a omogenei sottili livelli di originario fango. Una laguna immensa distribuita su metà Europa meridionale e che fu capace di dare origine a un pacco di rocce, spesso fino a oltre due chilometri, oggi presente in molti rilievi alpini (**Fig. 60**).

Anche il Monte Amariana si offre a una doppia lettura: in chiave "ambientale", riportandoci indietro nel tempo alle fotografie del Triassico

58

56_*Il Massiccio del Monte Amariana*

57_*La parte sommitale, ben stratificata, del Monte Amariana*

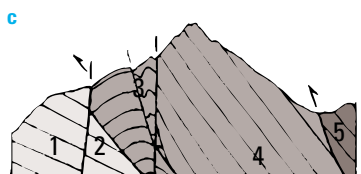
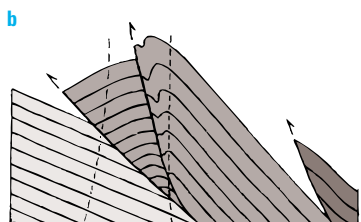
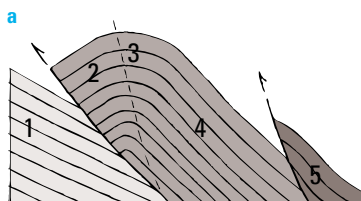
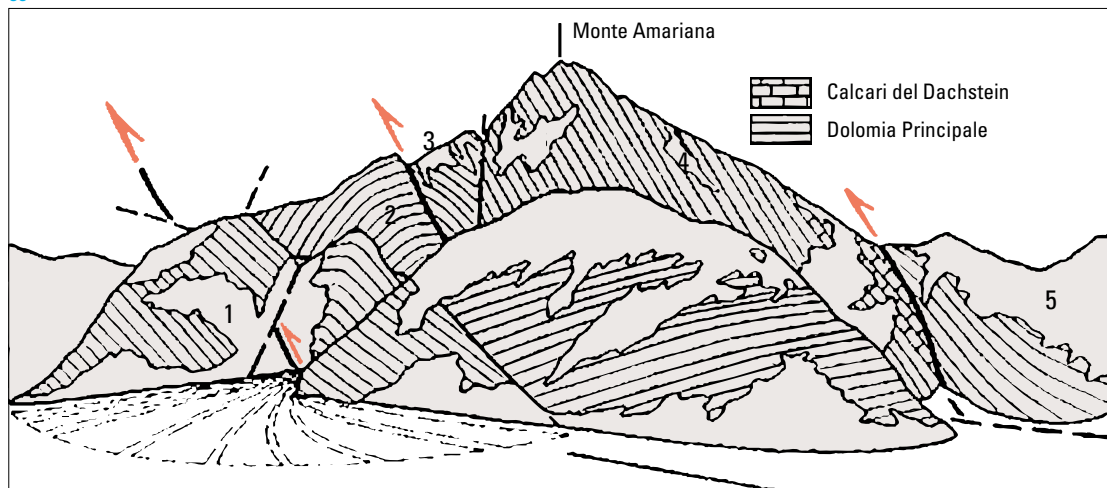
58_*Livelli triassici lungo la valle del Torrente Degano*

59_***a seguire:*** *Il Massiccio del Monte Amariana, visto dal lago di Verzegnis*

60

a

b

c

60_*L'attuale assetto deformativo del Monte Amariana. I disegni piccoli riportano indietro nel tempo a diversi milioni di anni fa quando, durante l'orogenesi alpina, si generava l'enorme piega rampante verso Nord* ***(a)****, al momento della sua lacerazione* ***(b)*** *e infine alla sua frammentazione* ***(c)*** *ad opera di faglie più recenti*

Diese Lebewesen waren in der Lage, den Lebensraum Meer mit unendlich vielen dünnen übereinander liegenden Schichten aus hellem Kalk (die bekannten *Stromatolithen*) zu versorgen, die sich im Wechsel mit gleichmäßig dünnen Lagen des ursprünglichen Schlamms ablagerten. Diese immense Lagune erstreckte sich über halb Südeuropa und bildete ein teilweise mehr als 2 km mächtiges Gesteinspaket, das heute an vielen Erhebungen der Alpen zu finden ist. Auch der Monte Amariana kann auf zweierlei Weise gedeutet werden. Der eine Leseschlüssel heißt „Lebensraum" und bringt uns zurück in der Zeit, bis zu den Fotografien der Ober-Trias, die im großen Geologie-Album der Karnischen Alpen eingeklebt sind. Der zweite Leseschlüssel sind die „Deformationen", die uns die in einigen Kilometern Tiefe stattgefundenen Ereignisse während der Kompressionen der *alpidischen Orogenese* erneut durchleben lassen. Betrachten wir die Erhebung aufmerksam und folgen der räumlichen Anordnung der Stratifikation, so stellen wir fest, dass es sich um eine Art geologisches *Puzzle* handelt, das eine kleine Korrektur benötigt, um sein wahres Muster (eine große alpidische Faltung) zu offenbaren.

Das Muster der alpidischen Faltung von der Größe des ganzen Bergs erscheint heute in vier bis fünf Bruchstücke geteilt, die von – ebenfalls alpidischen - senkrechten Störungen begrenzt werden; diese haben später die ursprünglich durchgehende Struktur in Blöcke gespalten, indem die einzelnen Stücke verschoben und deren unmittelbare Entschlüsselung beeinträchtigt wurde. Ähnliches geschah auch mit der Faltung am Hocheck, nur dass in es sich dabei um alpidische Deformationen handelte, die sich mit den variskischen überschnitten; hier am Monte Amariana hingegen sind die Deformationen allesamt alpidischen Ursprungs.

Auch für diese Route kann die Zeitmaschine auf „*nähere Vergangenheit*" eingestellt werden. Die Geschichten der Gegend sind dann verschiedenartig und abwechslungsreich. Sie umfassen weit über 20.000 Jahre, eine Zeitspanne in der jede Gebirgsgegend ihre Geschichten aufbewahrt und sie in den Schleifen der Wildbäche, den späten Moränenansammlungen, den Erdrutschmassen, der Ablagerungen aus Mündungen und Seen und den von

superiore, incollate nel grande album geologico delle Alpi Carniche, e in chiave "deformativa", facendoci rivivere quanto accadde durante le compressioni dell'*orogenesi alpina*, a qualche chilometro di profondità.

Se difatti osserviamo con attenzione il rilievo, seguendone gli assetti della stratificazione, ci accorgiamo che si tratta di una sorta di *puzzle* geologico che ha bisogno di un'aggiustatina per rivelare il proprio disegno (una grande piega alpina).

Il disegno di una piega alpina, sviluppata alla scala dell'intera montagna, oggi appare diviso in quattro-cinque tasselli delimitati da faglie verticali – anch'esse alpine – che tardivamente hanno "sblocchettato" la struttura, originariamente continua, spostandone le varie porzioni e disturbandone la decifrazione immediata.

Un po' com'era accaduto per la piega della Creta di Timau, solo che in quel caso si trattava di deformazioni alpine che interferivano con quelle erciniche, mentre qui, al Monte Amariana, tutte le deformazioni sono esclusivamente alpine.

Anche per questo itinerario la macchina del tempo può essere regolata sul *"passato prossimo"*. In questo caso le storie che il territorio può narrarci sono varie e diversificate. Si spingono ben oltre i 20.000 anni, soglia per la quale ogni territorio alpino conserva i propri racconti celandoli tra le anse dei torrenti, gli accumuli morenici tardivi, i corpi di frana, i depositi deltizio-lacustri, i ventagli di detriti abbandonati dai torrenti in piena.

In questo itinerario le storie del *"passato prossimo"* affondano le proprie radici a molte centinaia di migliaia di anni fa. Sono tempi in cui era molto attiva la disputa tra il Mar Nero e il Mare Adriatico sulla proprietà (idrografica) di un territorio distribuito tra il Passo di Monte Croce Carnico, il Monte Crostis e Timau. L'area, circa 300.000 anni fa, finì per essere strappata in modo rocambolesco all'influsso del Mar Nero e definitivamente trasformata in retrovia del vasto dominio mediterraneo (**Fig. 61**).

Alterne vicende glaciali e fluviali portarono infine il territorio ad assumere forme simili alle attuali. Gli ultimi ghiacciai, lasciando il campo libero all'influenza e al potere delle acque superficiali, abbandonarono ridotti ma significativi indizi. Lo fecero tanto durante la fase di generale ritiro würmiano, avvenuto circa 18.000 anni fa, quanto successivamente, durante quello che viene definito il *colpo di coda*

Hochwasser führenden Wildbächen hinterlassenen Schuttfächern verbirgt. Auf dieser Route reichen die Wurzeln der Geschichten aus der *„näheren Vergangenheit"* viele Hundertausend Jahre zurück in die Zeiten, als noch immer der erbitterte Kampf zwischen dem Schwarzen Meer und der Adria um die (hydrografische) Zugehörigkeit des Gebiets zwischen dem Plöckenpass, dem Monte Crostis und der Ortschaft Timau tobte. Das Gebiet wurde dann vor rund 300.000 Jahren auf kühne Weise dem Einfluss des Schwarzen Meeres entrissen und endgültig in ein Mittelmeer-Einzugsgebiet umgewandelt (Tf. 47). Abwechselnde Ereignisse um Gletscher und Flüsse verliehen der Gegend schließlich die den heutigen ähnelnden Formen. Die letzten Gletscher ließen, als sie das Feld dem Einfluss und der Kraft der Oberflächengewässer überließen, kleine, aber bedeutsame Indizien zurück. Dies geschah sowohl zur generellen Rückzugszeit im Würm, vor rund 18.000 Jahren, als auch im *„Nachspann"* zur letzten Eiszeit, der vor rund 16.000 Jahren begann. Zahlreiche große post-glaziale Erdrutsche sorgten kurz darauf dafür, dass die Merkmale des Tales zumindest vorübergehend verändert wurden.
In den Talsohlen entstanden ebenso viele Seen. Einer bei Laghetti, talaufwärts von Timau, ein anderer talabwärts der Ortschaft gelegen, und der See bei Sutrio und Paluzza, mit 6 km² Fläche und 100 m Tiefe der bedeutendste von allen. Doch schließlich – wie es allen schönen Dingen ergeht – verschwanden auch diese Seen, entweder zerstört durch die Verschlammung der Wassermassen oder, wie im Fall des Sees von Sutrio und Paluzza, aufgrund des Durchbruchs der angesammelten Erdrutschmasse, die den Wasserabfluss blockierte. Nach dieser Phase eroberten die von den Wildbächen zurückgelassenen Schuttfächer (*Talus-Kegel*) die gesamte Bühne und wurden – und sind es noch heute – zur den unangefochtenen Hautdarstellern der Bereiche in den Talsohlen, zusammen mit den Flussablagerungen, die sich in flachen und leicht geneigten Bändern anordnen. Jeder steile und „zerrüttete" (d.h. zwischen tief zerklüfteten und/oder instabilen Felsen verlaufende) Wildbach erzeugt seinen eigenen bedeutenden *Talus*. So wird der felsige Körper des Monte

61

61_*L'area a monte di Timau vista dal Rio Chiaula*

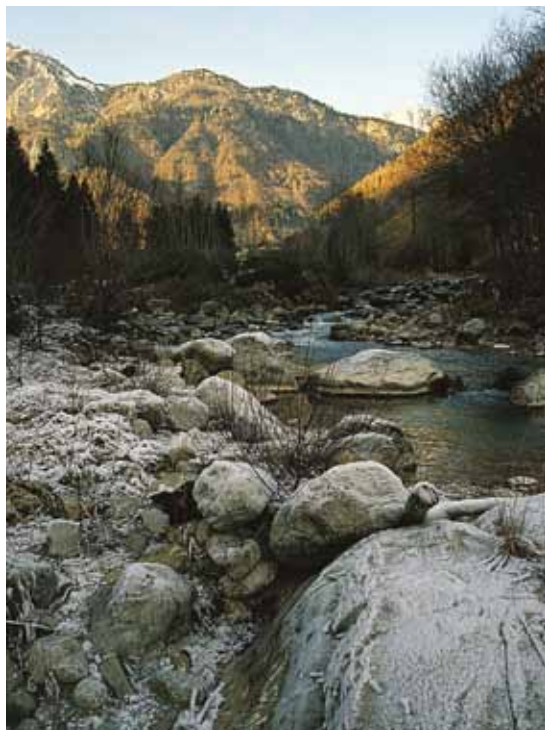
62_*L'area di Forni Avoltri vista dall'alveo del Torrente Degano*

di quest'ultima glaciazione, iniziato circa 16.000 anni or sono. Ci pensarono, di lì a poco, le numerose grandi frane post-glaciali a cambiare, momentaneamente, i connotati alla vallata.

Altrettanti furono i laghi che si presentarono all'appello nei fondivalle. Uno in località Laghetti, a monte di Timau, uno a valle del paese, un altro ancora, e fu tra tutti il più importante per estensione (6 chilometri quadrati) e profondità (100 metri): quello di Sutrio e Paluzza.

Poi, come tutte le cose belle, anche questi laghi sparirono, distrutti a seconda dei casi da un interrimento dell'invaso o, come accadde per quello di Sutrio e Paluzza, per sfondamento dell'accumulo di frana che bloccava i deflussi delle acque.

Terminata questa fase, i ventagli di detriti abbandonati dai torrenti (***conoidi di deiezione***) conquistarono l'intera scena, diventando – e lo sono tuttora – i protagonisti incontrastati delle zone di fondovalle, congiuntamente ai depositi fluviali, organizzati in nastri piatti a debole pendenza. Ogni torrente ripido e "dissestato" (cioè che scorre tra rocce profondamente fratturate e/o instabili) produce il proprio, significativo ***conoide di deiezione***. Eccoli, il Rio Moscardo, il Rio Randice e infine il Rio Citate, il cui corso solca, come una ferita mai rimarginata, il corpo roccioso del Monte Amariana. A questo rio si deve il più importante tra tutti i conoidi dell'itinerario. Il secondo per ampiezza e volume tra tutti quelli, ancora attivi, presenti sull'intero territorio europeo (il primo si trova in Francia).

62

Amariana wie eine nie heilende Wunde vom Lauf des Rio Moscardo, des Rio Randice und des Rio Citate zerfurcht. Diesem Bach verdanken wir auch den bedeutendsten aller Kegel der Route, den zweitgrößten in Breite und Volumen unter all den noch aktiven Schuttkegeln im gesamten europäischen Raum (der größte befindet sich in Frankreich).

DAS TAL DES WILDBACHS DEGANO

Diese Route – sie befindet sich ebenfalls zum größten Teil im Bereich der Talsohle – zeigt im Vergleich zu den beiden vorherigen Routen im Tal der Wildbäche Chiarsò (S. 55) und But (S. 65) ein komplexeres Deutungsschema, was natürlich seine Anziehungskraft steigert. Hierfür ist hauptsächlich die *alpidische Orogenese* verantwortlich, die wie ein *Poker*-Spieler den Stapel gut durchmischt, bevor er die Karten austeilt.
Das Gebiet ist unser Pokertisch und unsere Karten sind die „kleinen" Gesteinsmassen (Blöcke, die von vielartigen Störungen mit einer Grundfläche von bis zu einigen Kilometern begrenzt werden). Das vor uns liegende Ergebnis (man braucht nur die entsprechende geologische Karte anzusehen) ist ein scheinbar großes Durcheinander, das sich ziemlich von den klar deutbaren Elementen unterscheidet, die auf den anderen Routen anzutreffen sind. Dennoch ist das Adjektiv *scheinbar* nicht fehl am Platze. Alle „geologischen Dinge" besitzen einen Sinn, eine

LA VALLE DEL TORRENTE DEGANO

Questo percorso – anch'esso per gran parte ubicato lungo la fascia di fondovalle – rispetto ai due precedenti itinerari della Valle del Torrente Chiarsò (v. pag. 53) e della Valle del Torrente Bût (v. pag. 65), presenta una leggibilità più complessa che ne aumenta il fascino. Ne è diretta responsabile l'***orogenesi alpina*** che, come un giocatore di ***poker***, ha mescolato a dovere il mazzo prima di distribuire le carte.

Il territorio è il nostro tavolo da gioco, le carte sono i "piccoli" volumi di roccia (blocchi delimitati da faglie di ogni tipo, ognuno ampio in pianta fino ad alcuni chilometri quadrati). Il risultato che abbiamo di fronte (basta guardare la relativa carta geologica) è un'apparente, grande confusione, ben differente dalla chiarezza e leggibilità riscontrabili negli altri itinerari. Eppure l'aggettivo ***apparente*** non è fuori luogo.

Ogni "cosa geologica" è pervasa da un senso, da una logica profonda, anche se a volte non palese. Anche questa distribuzione di tasselli crostali, che appare governata dalla casualità, risulta invece l'espressione di un preciso ordine geometrico in cui gli effetti sono la risposta all'applicazione di ben precise cause.

Tutto questo per raccontarvi che, parlando di "cose geologiche", le deformazioni che interessano le rocce di una catena orogenetica, possono essere in grado di stupirci e coinvolgerci tanto quanto le forme e geometrie dei fossili e dei loro significati.

Osservare le geometrie di un volume di rocce deformate significa rivivere il momento del parto di quella catena montuosa, assistere alla sua infanzia, seguirne le tappe dell'adolescenza, della sua continua, progressiva crescita, e infine accompagnarla verso la maturità, prevedendone le future evoluzioni. Come potrebbe tutto questo non trasmettere sensazioni ed emozioni?

Comprendere l'essenza deformativa di un volume di rocce (o cercare di farlo) è come dare vitalità e vita al mondo inorganico. Un geologo che indaga la Natura per ricostruirne gli sviluppi e comprenderne le regole è, in fondo, una

63

63_*Il livelli di arenarie rosse permiane (Arenaria di Val Gardena) affioranti a Pierabech con i classici* ripple mark

sorta di Geppetto. Entrambi, inaspettatamente, fanno rivivere qualcosa di inanimato che, in apparenza, sembra allontanato per sempre dalla vita e da ogni dinamismo.

Ecco perché abbiamo scelto di proporvi anche questo particolare itinerario, pur nella sua innegabile e – proprio per questo – anche appassionante complessità. Naturalmente, come sempre, apriremo in successione due finestre: sul *"passato remoto"* e sul *"passato prossimo"* della Val Degano.

Quando, nella finestra "remota", si parlerà di deformazioni cercheremo sempre di farlo semplificando il racconto, togliendo tantissimi particolari inutili per il lettore che, giustamente, desidera solo capire, e non… studiare.

Questo itinerario si snoda lungo il solco della Valle del Torrente Degano (Canale di Gorto). Parte dalla località Pierabech (luogo mistico!) e, attraversando Forni Avoltri, Rigolato e Comeglians, scende verso Ovaro per raggiungere infine Villa Santina.

tiefere Logik – auch wenn diese nicht immer offenkundig ist. Auch dieses Erdkrusten-Puzzle scheint seine Teile scheinbar zufällig verteilt zu haben, doch in Wahrheit folgt es einer präzisen geometrischen Ordnung, in der das Ergebnis die Reaktion auf das Einwirken ganz bestimmter Ursachen ist.
Dies soll Euch verdeutlichen, dass in der Geologie die Gesteinsdeformationen einer variskischen Bergkette uns genauso beeindrucken und faszinieren können wie die unterschiedlichen Formen und Geometrien von Fossilien und deren Bedeutungen. Das Studium der Geometrie einer deformierten Gesteinsmasse ist, als würde ein Kurzfilm über deren „Leben" abgespult: vom Zeitpunkt der Geburt der Bergkette, über ihre Kindheit, die jugendlichen Ausschweifungen, ihr kontinuierlich fortschreitendes Wachstum und schließlich ihre Reife mit einer Vorschau auf zukünftige Veränderungen. Wie könnte ein solcher

Lì, dove il Degano confonde le proprie acque in quelle del più noto Fiume Tagliamento.

Fin dalla partenza da Pierabech, le faglie mostrano i muscoli e fanno capire che, lungo il nostro tragitto geologico, saranno loro a governare la distribuzione dei vari tipi di rocce. Ci fanno anche segno che, più che dei caratteri della successione, comuni anche agli altri itinerari, sarà dei loro effetti che questa volta, principalmente, dovremo parlare.

E così faremo.

Proprio alla partenza, in corrispondenza della località Pierabech, si incontra subito una faglia speciale.

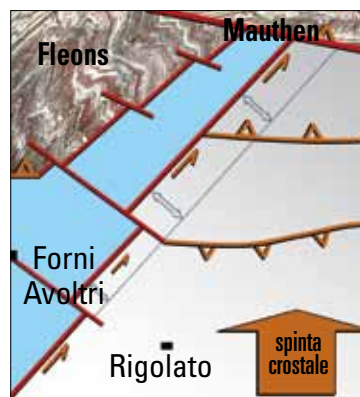
Di quelle che dividono due mondi, geologicamente molto differenti. Oggi quei due mondi si trovano affiancati, separati solo da questa superficie di antico movimento. La faglia in questione è diretta N50° (le lancette di un orologio che segna le 13.40, per capirci). In entrambi i settori – separati dalla faglia – sono presenti delle vecchie conoscenze: gli strati rossi della pianura permiana (**Fig. 63**).

Quelli che segnarono il ritorno della calma e dell'uniformità su un territorio che prima era stato martoriato dalle compressioni dell'***orogenesi ercinica***, e poi tagliato a fette dagli "scatoloni" permo-carboniferi in lento abbassamento. Si ricordi, tra l'altro, che uno degli "scatoloni" subsidenti (anch'esso delimitato da faglie N50°), largo non meno di 5 chilometri, passava proprio per Forni Avoltri.

Torniamo agli strati rossi della pianura permiana. Rispetto alla faglia, nel settore nord-occidentale questi strati permiani rossi rivestono, ovunque, rocce metamorfiche. Quelle paragonate ai fogli di giornale resi illeggibili per l'inchiostro che colava da una riga all'altra. Se invece ci spostiamo anche solo di pochi metri, attraversando il piano di faglia, sul settore sudorientale, ci imbattiamo in una situazione completamente differente. Gli stessi strati rossi questa volta coprono rocce NON metamorfiche, ma sedimentarie, perfettamente leggibili nel corredo di informazioni e fossili che contengono.

Film keine Eindrücke und Gefühle wecken?
Das Erkennen des deformativen Grundmusters in einer Gesteinsmasse (oder zumindest der Versuch es zu erkennen) ist, als würde der anorganischen Welt plötzlich Leben und Vitalität eingehaucht. Ein Geologe, der die Natur erforscht, um deren Entwicklungen nachzuvollziehen und deren Regeln zu verstehen, ist im Grunde genommen nichts anderes als eine Art Meister Gepetto (Pinocchio). Beide erwecken völlig unerwartet eine unbelebte Sache zum Leben, die scheinbar für alle Zeit vom Leben und jeder Art von Dynamik ausgeschlossen schien.
Und genau aus diesem Grund wollten wir Ihnen diese spezielle Route trotz ihrer unbestrittenen – und eben deshalb – faszinierenden Komplexität vorschlagen. Selbstverständlich werden wir (wie immer) nacheinander zwei Fenster öffnen, von denen eines in die „ferne Vergangenheit" und das andere in die „nähere Vergangenheit" des Degano-Tals führt.
Und wenn es in der „fernen" Vergangenheit um Deformationen geht, werden wir das Thema möglichst einfach gestalten und zahlreiche für die Leser unnötige Details weglassen, da es für Sie lediglich ums Verstehen geht und nicht um tiefergehende Studien.
Die Route verläuft entlang des Taleinschnitts des Wildbachs Degano (Canale di Gorto). Ausgehend von der Ortschaft Pierabech (ein mysteriöser Ort!) und vorbei an Forni Avoltri, Rigolato und Comeglians führt er hinab nach Ovaro und erreicht schließlich Villa Santina, wo er sich in den bekannteren Fluss Tagliamento ergießt.
Vom Startpunkt an zeigen uns Störungen ihre Muskeln und stellen klar, dass auf dieser geologischen Strecke sie die Verteilung der einzelnen Gesteinstypen bestimmen. Und sie geben uns zu verstehen, dass wir diesmal nicht so sehr von den Merkmalen der Gesteinsabfolge sprechen sollten, die im Übrigen der Abfolge der anderen Routen gleicht, sondern uns vielmehr und hauptsächlich ihren Auswirkungen widmen sollten. Und genau das werden wir tun.
Genau am Startpunkt, also bei der Ortschaft Pierabech, treffen wir sofort auf eine besondere Störung. Von der Sorte, die zwei sehr unterschiedliche Welten trennt. Heute liegen diese Welten direkt nebeneinander und sind nur durch diese alte Bewegungsfläche getrennt. Die Störung verläuft 50°N (Stellung der Uhrzeiger um 13:40 Uhr). In beiden Sektoren – von der Verwerfung getrennt – treffen wir auf alte Bekannte: die roten Gesteinslagen der Perm-Ebene (Tf. 63).
Diese Lagen markierten die Rückkehr der Ruhe und Gleichförmigkeit in dem bis dahin von der *variskischen Orogenese* gefolterten und anschließend von den langsam

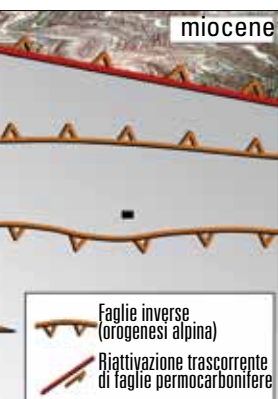
64

64_*I disegni sintetizzano la probabile evoluzione deformativa del settore tra Forni Avoltri e Timau, responsabile del poderoso "strizzamento" di gran parte degli originari depositi permo-carboniferi del Bacino di Forni Avoltri.* **a)** *situazione iniziale;* **b)** *durante le compressioni alpine dirette Nord-Sud la faglia della Val Bordaglia più orientale si muove (frecce) mentre cominciano a "schiacciarsi" i depositi permo-carboniferi;* **c, d)** *cambia la direzione di spinta (si orienta Nordovest-Sudest), la faglia della Val Bordaglia è riattivata come faglia compressiva pura e gran parte del Bacino di Forni si "strizza" in modo drastico*

A ben vedere c'è un altro significativo particolare da tenere nella giusta considerazione per iniziare a capire come si sono svolte le cose. È un particolare che diventa evidente nella zona di Forni Avoltri, appena a sud del paese, lungo il versante in destra idrografica.

Nel primo tratto del settore sudorientale – al di qua della grande faglia e per una larghezza di almeno 5 chilometri – la pianura rossa ha rivestito le rocce sedimentarie che si erano accumulate dentro lo "scatolone" permo-carbonifero di Forni Avoltri.

Superata la fascia dello "scatolone", i medesimi strati rossi si appoggiano sui depositi sedimentari e vulcanici del Carbonifero, come avviene negli altri itinerari. La norma, per le Alpi Carniche centrali ed orientali.

Come con il paragone dei fogli di giornale, utilizzato (v. pag. 26-27), così anche nella

absinkenden Perm-Karbon-„Kisten" in Scheiben geschnittenen Gebiet. Zur Erinnerung: eine dieser Subsidenz-„Kisten" (ebenfalls von 50°N-Störungen begrenzt) von weniger als 5 km Breite verlief genau bei Forni Avoltri.
Doch kehren wir zu den roten Schichten der Perm-Ebene zurück. Im nordwestlichen Abschnitt zur Verwerfung überziehen sie überall metamorphes Gestein. Jenes Gestein, das wir mit den Blättern einer Zeitung verglichen haben, die aufgrund der verlaufenen Druckerschwärze unleserlich geworden sind. Ändern wir unseren Standpunkt dagegen um nur wenige Meter und durchqueren die Verwerfungsfläche im südöstlichen Sektor, präsentiert sich uns ein völlig anderes Bild. Diesmal bedecken die roten Schichten KEINE metamorphen Gesteine, sondern

realtà i "fogli permiani" hanno tappato tutti i rapporti geometrici precedenti, sigillandoli. Ecco che, attraverso i sigilli permiani il territorio inizia col narrarci quello che è stato, in assoluto, l'ultimo atto dell'*orogenesi ercinica* in Carnia. Quell'infilarsi "a tegola" dell'area carnica (rocce sedimentarie) sotto a quella comelicano-cadorina (rocce metamorfiche) tramite un'importante faglia a bassa inclinazione (accavallamento).

Lo stesso territorio prosegue poi raccontando che sulla fascia di avvicinamento e contatto tra i due tipi di rocce così differenti, si sovrapposero in seguito delle altre, successive faglie. Questa volta i loro piani, paralleli e ravvicinati, erano pressoché verticali e diretti N50°. Non si trattava più di faglie legate all'*orogenesi ercinica*, bensì alle tensioni permo-carbonifere. Furono in grado, a *orogenesi ercinica* ormai conclusa, di fare sprofondare il settore di Forni Avoltri.

Quando anche questa fase di instabilità crostale ebbe termine, subentrarono dei blandi movimenti di pura distensione che, abbassando progressivamente tutto il territorio carnico (e non solo quello) finirono per richiamare dal lontano nord-est (e da sud) sabbie e fanghi fluviali. Tutto il territorio diventò parte di un'immensa piatta pianura permiana arrossata dall'ossidazione.

A questo punto ci si potrebbe chiedere perché mai, osservando una carta geologica (seppure in versione semplificata) tutto questo racconto, queste geometrie – di per sé nemmeno eccessivamente complesse – non appaiono chiare e di immediata percezione.

La risposta è facile e sconfortante allo stesso tempo. Se, con una macchina del tempo, tornassimo al Permiano superiore, magari portando con noi un'escavatrice (quelle dal braccio lungo e mobile) e incidessimo una profonda trincea sotto i primi strati rossi tappatutto, metteremmo in luce i rapporti

Sedimentgestein, d.h. Zeitungsblätter, die perfekt in ihrem Informations- und Fossilgehalt lesbar sind.
Genau genommen muss noch ein weiteres wichtiges Detail richtig eingeordnet werden, um den korrekten Lauf der Dinge zu verstehen. Dieses Detail wird bei Forni Avoltri deutlich sichtbar, knapp südlich der Ortschaft am orografisch gesehen rechten Hang. Im ersten Abschnitt des südöstlichen Sektors – diesseits der großen Verwerfung und auf über 5 km Breite – hat die rote Ebene das innerhalb der Perm-Karbon-„Kiste" von Forni Avoltri abgelagerte Sedimentgestein bedeckt.
Nach der Schicht der „Kiste" lagern dieselben roten Schichten auf Sediment- und Vulkanablagerungen aus dem Karbon, wie in den anderen Routen. Dies entspricht in den zentralen und östlichen Karnischen Alpen der Norm.
Wie beim Zeitungsblätter-Vergleich aus S. 26-27 haben auch in Wirklichkeit die „Perm-Blätter" alle vorhergehenden geometrischen Verhältnisse versiegelt und abgeschlossen. Und hier beginnt uns das Gebiet über diese Perm-Verschlusssiegel vom definitiv letzten Akt der *variskischen Orogenese* in Karnien zu erzählen. Vom Karnischen Gebiet (Sedimentgestein), das sich wie ein Dachziegel unter das Gebiet Comelico-Cadore (Metamorphgestein) schiebt, an einer bedeutenden Verwerfung mit geringer Neigung (Überlagerung).
Und die Geschichte des Gebiets geht weiter: auf der Annäherungs- und Kontaktfläche dieser zwei so unterschiedlichen Gesteinstypen überlagerten sich in der Folgezeit andere, spätere Verwerfungen.
Dieses Mal waren ihre parallel und nahe beieinander liegenden Verwerfungsflächen fast senkrecht und 50°N gerichtet. Es handelte sich nicht mehr um Störungen im Rahmen der *variskischen Orogenese*, sondern um die Spannungen im Perm-Karbon. Diese ließen nach abgeschlossener *variskischer Orogenese* den Sektor von Forni Avoltri versinken.
Als diese Instabilitätsphase der Erdkruste zu Ende ging, kamen schwache Ausdehnbewegungen zum Tragen, die durch schrittweises Absenken des gesamten karnischen Gebiets (und nicht nur dieses Gebiets) Sand und Flussschlämme aus dem fernen Nordosten (und dem Süden) ansammelten. Das ganze Gebiet wurde Teil einer immensen Perm-Ebene, die sich aufgrund von Oxidationsvorgängen rot färbte.

65

65_*Una piccola faglia che interessa – spostandoli – i livelli rocciosi del Triassico inferiore della Val Pesarina*

An dieser Stelle könnte man sich fragen, warum beim Betrachten einer geologischen Karte (selbst in vereinfachter Version) diese ganze Erzählung und die geometrischen Verhältnisse – für sich genommen nicht einmal übertrieben komplex – nicht klar erscheinen und nicht sofort zu erfassen sind.
Die Antwort ist einfach und deprimierend zugleich. Kehrten wir mit einer Zeitmaschine ins Oberperm zurück, eventuell sogar mit einem Bagger im Gepäck (einer mit langem beweglichen Ausleger) und grüben wir einen tiefen Graben unter den ersten roten Abdichtschichten, so kämen die eben beschriebenen geometrischen Verhältnisse ans Tageslicht. Einfach, klar, geradlinig und verständlich. Doch es gibt ein „aber".
Zwischen den roten Perm-Schichten und uns (wieder in die Gegenwart zurückgekehrt) liegen 250 Millionen Jahre, in deren Verlauf sich weitere 7 km neue Gesteinsschichten darüber ablagerten; alle gemeinsam wurden schließlich von der unbeschreiblichen Kraftzwinge der *alpidischen Orogenese* zermalmt. Und sie ist auch für das scheinbare Chaos verantwortlich, dem sich der arme Geologe und der ahnungslose Hobbygeologe gegenüber sehen, der angesichts der Komplexität der geologischen Karte das Handtuch wirft und darauf verzichtet, mehr verstehen zu wollen (… und dafür hat er mein vollstes Verständnis!).
Wir werden versuchen, die Geologie (auch ihre komplexen Abschnitte) „leicht verdaulich" zu gestalten, die Auswirkungen der *alpidischen Orogenese* zu vereinfachen, indem wir es wagen, gerade einmal so viel weg zu lassen, dass aus dem Epos eine Kurzgeschichte wird. In der Einleitung wurde ein wichtiges Konzept angesprochen, das wir kurz so zusammenfassen könnten: *„Wenn man eine Wunde nicht in Ruhe lässt, verheilt sie nie"*. Zur Umsetzung dieses Konzepts auf die geologische Wirklichkeit müssen wir für einen Augenblick ins Oberperm zurückkehren.
Die Ausdehnungen hatten das Gebiet schrittweise und in parallel verlaufenden Bändern (wie Klaviertasten) abgesenkt. Diese Absenkungen entstanden durch ein Netz neuer, parallel zueinander verlaufender Störungen, die viele Kilometer voneinander entfernt lagen und in 120°N (Uhrzeiger auf 10:20 h) verliefen. In der nachfolgenden Trias kam es einige Male vor, dass wieder Bewegung in die beiden Wunden tragenden Gruppen im Degano-Tal (Perm-Karbon mit den 50°N-Störungen und Perm mit den 120°N-Verwerfungen) kam. Gleichzeitig dauerte über ihnen und um sie herum die überwiegend aus dem Meer stammende Sedimentablagerung fort.
Diese waren unbedeutend klein, doch bei jeder erneuten Erdkrusteninstabilität waren dies die ersten tieferen Flächen, die sich bewegten. Natürlich waren sie von den entsprechenden Erdbebenstößen (große und kleine) und dem Einsturz (dokumentiert!) instabiler

geometrici appena descritti. Semplici, chiari, lineari e comprensibili. Ma c'è un *ma*.

Tra gli strati rossi permiani e noi (tornati all'epoca presente) intercorrono 250 milioni di anni durante i quali altri 7 chilometri di nuovi strati rocciosi si sono sovrapposti ad essi per poi, tutti insieme, appassionatamente, essere stritolati dalla indescrivibile morsa dell'*orogenesi alpina*. È proprio quest'ultima la responsabile dell'apparente caos che si presenta al povero geologo e all'ignaro appassionato di cose geologiche il quale, di fronte alla complessità della relativa carta geologica, getta la spugna e rinuncia a capire (…e lo capisco!).

Cercheremo, per provare a fare digerire la geologia, anche quella complessa, di semplificare gli effetti dell'*orogenesi alpina*, osando trattenere quel tanto che basta per trasformare una saga in un racconto breve. Nell'Introduzione fu sottolineato un concetto importante. Potrebbe essere riassunto e parafrasato così: *"Se una ferita non la lasci in pace non si cicatrizzerà mai"*. Per ribadirne il significato, rapportandolo alla realtà geologica, faremo ritorno, per un istante, al Permiano superiore.

Le distensioni avevano abbassato il territorio progressivamente, interessando fasce parallele che ricordavano i tasti dei pianoforti. Gli abbassamenti si sviluppavano grazie a un sistema di nuove faglie, parallele l'una all'altra, spaziate tra loro di molti chilometri. Erano orientate N120° (lancette sulle 10.20, per intenderci). Ogni tanto, durante il successivo periodo Triassico, capitò che i due gruppi di ferite della Val Degano (permo-carbonifere, con le faglie N50°, e permiane, con le faglie N120°), riprendessero ogni tanto a muoversi. Intanto, sopra e intorno a loro, proseguiva l'accumulo di sedimenti, in gran parte marini.

Poca cosa, ma ogni volta che si riproduceva un'instabilità crostale, in modo sintomatico, erano quelle le prime superfici profonde a muoversi. Certamente le accompagnava il relativo corredo di scosse sismiche, grandi e piccole, e il crollo (documentato!) di porzioni di roccia instabile. Erano ferite verticali che attraversavano il volume roccioso. Ferite che, 200 milioni di anni più tardi, allo scoppiare dell'*orogenesi alpina*, sembravano ormai cicatrizzate. Sembravano soltanto.

Ogni importante taglio (faglia) presente nel volume roccioso, specialmente se esteso e prossimo alla verticale, all'insorgere di una situazione di mobilità crostale, diventa una ***superficie di debolezza*** facilmente *ri*-attivabile (**Fig. 65**). E l'instabilità che arrivò a interessare i territori friulani e carnici durante il Miocene fu veramente di prima grandezza.

Le compressioni alpine mioceniche (e poi del Pliocene) si accanirono con forza sui territori dell'alto Friuli. I risultati, oggi, sono sotto gli occhi di tutti, espressi dalle catene carnica e giulia. L'area di Forni Avoltri, nel suo piccolo, costituisce un esempio da manuale.

Felsportionen begleitet. Es handelte sich um senkrechte Verletzungen quer durch die Gesteinsmasse, die zu Beginn der *alpidischen Orogenese*, ganze 200 Millionen Jahre später, mittlerweile verheilt zu sein schienen. Doch dem war nicht so!

Alle größeren Einschnitte (Störungen) in der Gesteinsmasse – insbesondere die ausgedehnten und fast senkrecht verlaufenden – werden, sobald eine Bewegung der Erdkruste eintritt, zu leicht re-aktivierbaren *Schwächezonen* (Tf. 65). Und die Instabilität, von der die Friauler und karnischen Gebiete im Miozän betroffen waren, war wirklich extrem groß. Die alpidischen Kompressionen im Miozän (und später im Pliozän) trafen die Gegenden im oberen Friaul mit aller Kraft. Die Folgen sind heute für jedermann ersichtlich in den karnischen und julischen Bergketten eingegraben. Die kleine Gegend von Forni Avoltri ist für sich genommen ein Paradebeispiel.

Jede Orogenese wirkt auf die Gesteinsmasse und deformiert sie über Schübe, deren Kraftrichtung sich im Laufe der Zeit ändern kann. Dies passiert besonders dann, wenn die jeweilige Orogenese über viele Jahrmillionen andauert, wie die *alpidische*. Bei der *variskischen Orogenese* hingegen, die Karnien vor rund 320 Millionen Jahren betraf und knapp 10 Millionen Jahre andauerte, blieben die Hauptschübe über die Zeit hin praktisch stabil.

Der stärkste aller alpidischen Erdkrustenschübe im Karnischen Gebiet ereignete sich im oberen Miozän und verlief in Nord-Süd-Richtung. Auf ihn folgte nach einer kurzen Ruhezeit ein NW-SO-Schub im Pliozän. Diesen beiden Schüben, d.h. ihrer aufeinanderfolgenden und gemeinsamen Kraftwirkung auf

66

66_*A sinistra la Creta di Bordaglia, sullo sfondo il Monte Volaia: nella vallecola in mezzo passa la faglia della Val Bordaglia, superficie di rottura generatasi nel Permo-Carbonifero e "riattivata" più volte durante l'orogenesi alpina*

67_*a seguire: Il Monte Crostis svetta sopra un lago di nubi*

Ogni orogenesi agisce sul volume di rocce che deforma attraverso spinte la cui direzione di applicazione può variare col passare del tempo. Questo avviene specialmente quando l'orogenesi stessa continua, come quella ***alpina***, per molte decine di milioni d'anni. Al contrario, in quella ***ercinica***, che come visto colpì l'area carnica circa 320 milioni di anni fa durando meno di 10 milioni di anni, le spinte principali si mantennero essenzialmente stabili nel tempo.

La più intensa tra tutte le spinte crostali alpine che hanno colpito l'area carnica fu quella del Miocene superiore. Era diretta nord-sud. Ad essa, dopo una breve stasi, seguì quella pliocenica, orientata circa nordovest-sudest. A tali spinte, alla loro azione successiva e congiunta, sviluppata a spese del medesimo volume di rocce, dobbiamo imputare l'apparente caos del nostro settore. Caos apparente che ora tenteremo di riportare sui binari della comprensione.

La morsa crostale orientata nord-sud era una ganascia poderosa. Ottenne il risultato di affastellare le rocce dell'intero Friuli montano,

dieselbe Gesteinsmasse, haben wir das scheinbare Chaos in unserem Sektor zu verdanken. Ein scheinbares Chaos, das wir nun in verständlichere Bahnen zu bringen versuchen.
Die Nord-Süd gerichteten Druckkräfte der Erdkruste waren so gewaltig, dass das Gestein des gesamten Friauler Berglands angehäuft und in ein Gebilde aus ordentlich verlegten „geologischen Dachziegeln" verwandelt wurde, die zumeist nach Norden geneigt sind, während einige wenige nach Süden „untertauchen" (z.B. bei der Faltung am Monte Amariana, S. 78, und die im Sektor Pontebba, S. 113). Auch das Gebiet von Forni Avoltri begann sich derartig zu verformen, doch die alten „Wunden" machten sich früh bemerkbar. Eine nach der anderen brach wieder auf, was „geologisch" ausgedrückt bedeutet, dass ihre senkrechten Flächen sich erneut bewegten. Ihre Bewegung wurde jedes Mal von der jeweiligen Schubrichtung gesteuert, die zu diesem „geologischen Zeitpunkt" (=Millionen Jahre) bestimmend war.

trasformandolo in un insieme di ordinate "tegole geologiche" embricate che sono inclinate per gran parte a nord, mentre alcune – in numero esiguo – immergono verso sud (ad esempio quella della piega del Monte Amariana, v. pag. 78), e quelle del settore pontebbano, v. pag. 113).

Anche il territorio di Forni Avoltri iniziò a deformarsi seguendo questo stile. Precocemente però, le vecchie ferite cominciarono a farsi sentire. Una dopo l'altra ripresero a sanguinare. Il che – geologicamente parlando – significa che i loro piani verticali tornarono a muoversi. Nel loro movimento furono guidati, di volta in volta, dalla direzione di spinta che stava agendo in quel "momento geologico" (milioni di anni).

Per capire meglio, provate a prendere una torta di riso, quelle che nascono solo rettangolari. Il lato corto sarà la vostra direzione nord-sud. Ora nella torta eseguite due tagli verticali e paralleli, orientati N50° (saranno le faglie permo-carbonifere della zona di Forni Avoltri!).

Adesso è il momento di applicare il *metodo Coleman*. Nel senso che *"con le mani"* simulate la spinta crostale miocenica orientata nord-sud.

Vedrete i vostri tagli-*superfici di debolezza* che si attivano con un movimento che i geologi (per avere un lessico comune che semplifica il concetto) definiscono come *trascorrente sinistro*, il che significa che i vari pezzi di torta scivolano orizzontalmente, l'uno rispetto all'adiacente. Adesso, magari servendovi di una nuova torta per visualizzare meglio gli effetti, effettuate anche i tagli permiani superiori, orientati N120°. Applicate ancora il *metodo Coleman*: le nuove fette questa volta si muoveranno in senso *trascorrente destro*.

Applicando i risultati al nostro territorio – ormai trasformato in una gigantesca torta di riso – immaginiamo il comportamento delle antiche faglie dello "scatolone" permo-carbonifero. Prima, durante l'inizio della spinta, si propagarono verso l'alto, lacerando lo spessore di rocce sovrastanti accumulatesi nel corso dei successivi milioni di anni, poi iniziarono a muoversi con scatti progressivi.

Il risultato complessivo fu lo spostamento (verso nord) di tutto il vasto settore carnico che, sul suo lato occidentale, prese a scorrere lungo il binario formato dalla faglia N50°: la faglia che passa per la zona di Pierabech e di Bordaglia e da quest'ultima prende il nome (*faglia della Val Bordaglia*, **Fig. 66**).

Anche le faglie del Permiano superiore si riattivarono durante le compressioni mioceniche dirette nord-sud, seppure con effetti decisamente minori. Avranno il loro momento di gloria nel successivo Pliocene, quando le spinte crostali, ruotando, assunsero direzione circa nordovest-sudest. Accadde allora che una in particolare tra le faglie permiane, dirette N120°, assunse il ruolo di protagonista. Oggi coincide con il fondovalle del Torrente

Lassen Sie uns zum leichteren Verständnis einen Versuch machen: nehmen Sie ein Kastenbrot (rechteckig, länglich). Die kurze Seite ist unsere Nord-Süd-Richtung. Nun schneiden Sie das Brot zweimal senkrecht und parallel in Richtung 50°N ein (das sind die Perm-Karbon-Verwerfungen im Gebiet Forni Avoltri!). Jetzt wenden Sie die *Coleman-Methode* an, d.h. *„mit den Händen"* simulieren Sie den Nord-Süd gerichteten Schub der Erdkruste im Miozän. Ihre Schnitte (=*Schwächezonen*) werden jetzt mit einer Bewegung aktiv, die von Geologen als *links überschiebend* (wichtiger Fachbegriff, der das Konzept vereinfacht) bezeichnet wird, d.h. die einzelnen Brotstücke verschieben sich horizontal zueinander. Nun nehmen Sie ein weiteres Kastenbrot und um alle Folgen noch besser sehen zu können, machen Sie diesmal auch die Schnitte für das Oberperm, in 120°N. Wenden Sie erneut die *Coleman-Methode* an und Sie sehen, werden dass sich die neuen Stücke diesmal *rechts überschiebend* bewegen.
Wenn wir nun diese Ergebnisse auf unser Gebiet an – mittlerweile in ein gigantisches Kastenbrot verwandelt – dann stellen wir uns das Verhalten der alten Störungen der Perm-Karbon-Kiste vor. Zu Beginn der Schübe liefen sie nach oben und verletzten die darüber befindliche, im Verlauf der nachfolgenden Jahrmillionen angesammelte Gesteinslage; danach begannen sie sich schubweise zu bewegen. Das Gesamtergebnis war eine Verschiebung (nach Norden) des gesamten weitläufigen karnischen Sektors, der auf der Westseite entlang der von der 50°N Störung gebildeten Bahn verlief: die Störung zog sich durch die Zone Pierabech und Bordaglia, die auch namensgebend für sie war (*Bordaglia-Tal-Störung,* Tf. 66).

68_*Cima Ombladet: spicca la differenza fra il corpo di calcari grigio chiari e le sovrastanti radiolartiti scure*

Degano, nel tratto appena a valle di Forni Avoltri, di fronte al Col di Mezzodì e al Rio Crete Rosse. Da lì, imperterrita e sicura, taglia ogni cosa raggiungendo Valpicetto.

A distanza chilometrica le si affiancano, parallele, due sorelle geologiche, anch'esse di nascita permiana e di *ri*-attivazione alpina. Si estendono, evidenti e continue, per un lungo tratto (si possono seguire fino a Comeglians) ma, seppure significative, non raggiungono per importanza ed effetti il prestigio della sorella maggiore.

Durante le spinte plioceniche, dirette circa nordovest-sudest, la superficie verticale di quest'ultima sembrò essere stata "tirata a cera". Scivolava lateralmente che era una meraviglia! O meglio, era l'enorme blocco di rocce sedimentarie e vulcaniche paleozoiche che le si appoggiava sul lato nord a scivolare contro la superficie di faglia.

Quel settore, che durante il Pliocene si mise in rapido movimento, lo conosciamo molto bene. Basta citare alcune delle sue cime rocciose per identificarlo con chiarezza: Monti di Volaia,

Auch die Störungen des Oberperms werden während der Nord-Süd-Kompressionen im Miozän wieder aktiv, wenngleich mit entschieden geringeren Folgen. Sie haben ihren glorreichen Moment im anschließenden Pliozän, als die Druckkräfte der Erdkruste sich drehten und eine ungefähre NW-SO-Richtung annahmen. Eine der 120°N Perm-Störungen im Besonderen übernahm die Hauptrolle. Sie entspricht heute der Talsohle des Wildbachs Degano in seinem Abschnitt knapp talwärts von Forni Avoltri, gegenüber dem Col di Mezzodì und dem Rio Crete Rosse. Von dort aus durchquert sie unerschrocken alles, was sich ihr in den Weg stellt und reicht bis Valpicetto.
In Kilometer-Reichweite liegen zwei parallel verlaufende geologische Schwestern, die ebenfalls aus dem Perm stammen und durch die alpidischen Verformungen reaktiviert wurden. Sie verlaufen deutlich sichtbar und kontinuierlich über eine lange Strecke (man kann ihnen bis Comeglians folgen); doch obwohl sie bedeutsam sind, können sie ihrer großen Schwester dennoch in Wichtigkeit und Auswirkungen nicht das Wasser reichen.
Während der zirka Nordwest-Südost verlaufenden Schübe im Pliozän schien die senkrechte Fläche der Schwesterstörung wie „frisch gewachst" und verschob sich prächtig in seitlicher Richtung! Oder besser, es war der riesige Block aus Sediment- und Vulkangestein aus dem Paläozoikum, der am nördlichen Rand auf ihr lehnte, und der sich gegen die Störungsfläche schob.
Dieser Sektor, der sich im Pliozän rasch bewegte, ist ein alter Bekannter. Der Name einiger seiner Felsgipfel

Cima Ombladet (**Fig. 68**), Monte Crostis… E qui arriva il colpo di scena ad effetto. Il vasto settore descritto non si limitò semplicemente a traslare verso nord-ovest (**Fig. 67**).

Erano troppe le ferite mai cicatrizzate che il suo volume immenso di rocce sopportava da tempo immemorabile. In particolare esiste un gruppo di antiche faglie – ormai familiare – che ad ogni compressione crostale smania per ritagliarsi un ruolo da protagonista assoluto. Ancora una volta sono loro: le faglie permo-carbonifere. Quelle orientate N50° e che delimitavano lo "scatolone" di Forni Avoltri.

Erano sempre loro che, solo alcuni milioni di anni prima, durante le spinte mioceniche, si erano comportate come muri verticali… "tirati a cera". Il medesimo settore paleozoico che vi si appoggiava contro era traslato verso nord come un enorme armadio accostato a una parete e poi spinto di lato.

Nel Pliocene, però, la direzione di spinta era mutata. Era diventata favorevole a un movimento laterale delle antiche faglie permiane, quelle orientate N120°. Al tempo stesso era diventata vantaggiosa per la *ri*-attivazione in compressione pura (quella che produce l'effetto tegole!) delle antiche faglie permo-carbonifere.

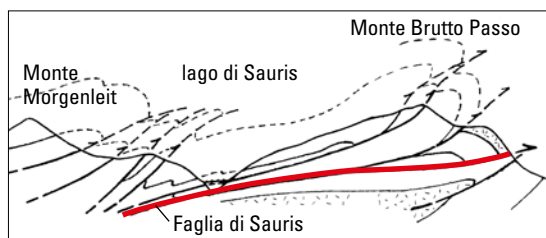
Ancora una volta il prestigio di queste faglie, mai disgiunto da un'innata voglia di protagonismo, fu soddisfatto. La loro *ri*-attivazione, favorita dal "muro tirato a cera" della faglia permiana passante per Forni Avoltri, produsse un sensibile affastellamento delle rocce paleozoiche (e di quelle triassiche che le ricoprivano).

È stato come appoggiare una serie di carte da gioco, una accanto all'altra, sopra un tavolo accostato a una parete, e poi – sempre grazie al ***metodo Coleman*** – spingerle lateralmente. L'effetto prodotto è duplice e contemporaneo: le carte scorrono orizzontalmente muovendosi contro il muro, ma intanto, nello spostarsi, si affastellano anche, l'una sull'altra.

È proprio questa la ragione dell'apparente caos del settore sul quale si è impostata l'alta Valle del Torrente Degano. Un'area il cui aspetto geologico inizialmente ci era apparso completamente privo di ogni ordine logico.

Un ultimo particolare. Le carte geologiche della zona ci mostrano una sintomatica differenza tra il volume di rocce che compare lungo il lato nord del "muro tirato a cera" – quella faglia permiana che, orientata N120°, passa per Forni Avoltri – e ciò che troviamo sul suo lato meridionale. Lì, dove il movimento è minimo,

reicht für eine klare Identifizierung: Biegengebirge, Cima Ombladet (Tf. 68), Monte Crostis... Und hier kommt es zum effektreichen Coup, denn der weitläufige Sektor beließ es nicht einfach bei der Verschiebung in Richtung Nordwesten. Zu zahlreich waren die nie vernarbten Wunden, die seine riesige Gesteinsmasse seit jeher zu ertragen hatte. Es gibt besonders eine Gruppe alter Störungen (mittlerweile ein Begriff) die bei jeder Kompression der Erdkruste verzweifelt versucht, eine Hauptdarstellerrolle zu ergattern.
Es sind immer wieder die Gleichen: die in 50°N Richtung verlaufenden Perm-Karbon-Störungen, die die „Kiste" von Forni Avoltri begrenzen. Sie waren es auch, die sich nur einige Jahrmillionen zuvor während der Miozän-Schübe wie senkrechte „frisch gewachste" Mauern verhalten hatten. Der gleiche paläozoische Sektor, der damals dagegen lehnte, hatte sich wie ein enormer Schrank an einer Wand entlang Richtung Norden und schließlich seitlich verschoben.
Im Pliozän hatte sich die Schubrichtung jedoch geändert und machte es nun einer seitliche Bewegung der antiken Perm-Störungen (mit 120°N Richtung) leichter. Gleichzeitig war sie vorteilhaft für die Reaktivierung in reiner Kompression (die mit dem Dachziegel-Effekt) der antiken Perm-Karbon-Störungen geworden.
Wieder einmal wurde das Prestige dieser Störungen aufgewertet. Ihre Reaktivierung – begünstigt durch de „frisch gewachste Mauer" der Perm-Störung, die durch Forni Avoltri verläuft – produzierte eine beachtliche Anhäufung paläozoischen Gesteins (und triassischen Gesteins, die es abdeckte).
Es war, als würde eine Reihe Karten nebeneinander auf einem Tisch abgelegt, der an eine Wand lehnt, und die Karten dann – wiederum mit Hilfe der *Coleman-Methode* – seitlich geschoben. Dies verursacht eine doppelte und gleichzeitig ablaufende Wirkung: die Karten verschieben sich horizontal und bewegen sich gegen die Wand, aber zeitgleich mit dieser Verschiebung legen sie sich auch eine über die andere.
Genau so entstand das scheinbare Chaos in diesem Sektor, auf dem sich der Oberlauf des Wildbachs Degano gründete; ein Gebiet, dessen geologischer Aspekt uns anfangs völlig ohne jegliche logische Ordnung erschienen war.

69_*Effetti visibili al fronte della faglia di Sauris sulla destra della Val Degano, presso Mione. Il disegno raffigura le intense deformazioni che ha prodotto sulle rocce del settore del Lago di Sauris, tra i Monti Morgenleit e Brutto Passo*

è ancora perfettamente riconoscibile la successione permo-carbonifera che ha riempito il relativo “scatolone”, orientato N50°.

Sul lato nord, invece, quelle stesse rocce oggi si mostrano sotto forma di sottili lembi, strizzati e contorti, mescolati a forza ad altre rocce, più antiche e più recenti. Sono le carte da gioco, violentemente compresse e affastellate durante il Pliocene inferiore (iniziato 5 milioni di anni fa).

Dopo questo lungo, ma indispensabile, *racconto breve* – tentativo di sintesi e spiegazione di un apparente caos – possiamo riprendere l’itinerario, muovendoci verso sud. Tra Valpicetto e Comeglians la strada statale interseca le faglie permiane (ma nessuno può accorgersene, se non guardando una carta geologica).

In corrispondenza di quest’ultimo paese intercetta anche un’altra vecchia conoscenza: quella importante faglia alpina che, nel Miocene, si rese responsabile del chilometrico sollevamento del vasto settore di antiche rocce paleozoiche posto a nord della congiungente Comeglians-Paluzza-Paularo. La direzione ricalca l’andamento dell’omonima faglia (v. pag. 62).

Parlando di deformazioni alpine, questo itinerario riserva un’altra preziosità geologica, l’ultima. Questa volta è percepibile facilmente, da tutti, senza eccessivi giri di parole. Quando, poche pagine fa, si parlava delle spinte mioceniche orientate nord-sud – le più poderose

Und noch eine letzte Kleinheit: Die geologischen Karten der Gegend zeigen einen symptomatischen Unterschied zwischen der Gesteinsmasse entlang der Nordseite der „frisch gewachsten Wand“ – jene 120°N gerichtete Störung aus dem Perm, die über Forni Avoltri verläuft – und den Bedingungen auf der Südseite. Dort wo die Bewegung minimal ist, lässt sich die Perm-Karbon-Abfolge, d.h. sie „Füllung“ der 50°N orientierten „Kiste“, noch immer perfekt erkennen.

Auf der Nordseite hingegen zeigt sich dasselbe Gestein heute als dünne Streifen, die zerquetscht und verdreht, und gewaltsam mit anderen Gesteinen älteren und jüngeren Datums vermischt wurden. Das sind unsere Spielkarten, die im unteren Pliozän (beginnend vor 5 Millionen Jahren) brutal komprimiert und übereinandergeschichtet worden sind.

Nach dieser langen, jedoch unerlässlichen Kurzgeschichte – mein Versuch, ein scheinbares Chaos kurz und prägnant zu erklären – können wir unsere Route wieder aufnehmen und nach Süd weiterfahren. Zwischen Valpicetto und Comeglians durchquert die Staatsstraße die Perm-Störungen (doch dies wird niemandem auffallen, wenn er/sie nicht die geologische Karte betrachtet).

Bei Coglians trifft sie auch auf eine weitere alte Bekannte: jene große alpidische Störung, die im Miozän für die kilometerlange Anhebung des breiten Sektors mit antikem Gestein aus dem Paläozoikum nördlich der Anbindung Comeglians-Paluzza-Paularo verantwortlich war. Die Richtung folgt dem Verlauf der gleichnamigen Störung (S. 62).

Da wir gerade von alpidischen Deformationen sprechen: die Route hat noch eine weitere geologische Kostbarkeit in petto – von jedermann leicht und ohne viele Wortspiele erkennbar. Einige Seiten zurück war von Nord-Süd gerichteten miozänischen Schüben die Rede, den gewaltigsten und wirkungsvollsten bei der Bildung des heutigen karnischen Bergkamms; als Vergleich für sein deformiertes Aussehen wählten wir

ed efficaci nella costruzione dell'attuale catena carnica – si utilizzava il paragone con le tegole embricate per sintetizzarne l'assetto deformato. Ebbene, all'altezza di Ovaro, Cella e Mione, l'itinerario attraversa il contatto tra due enormi "tegole geologiche".

È un contatto che si sviluppa lungo un importante piano di faglia a bassa inclinazione (un accavallamento) che immerge verso nord. Si differenzia da tutti gli altri contatti simili perché lungo la sua superficie la sovrapposizione tra le due "tegole" rocciose ha generato un raccorciamento del territorio (in senso nord-sud) di ben 20 chilometri! Un valore davvero eccezionale.

Per comprenderne la portata basti pensare che, in linea d'aria, la cima del Monte Coglians dista da Ovaro esattamente 10 chilometri. Dunque, durante le incredibili compressioni mioceniche, un territorio ampio due volte tanto è stato capace di infilarsi obliquamente, da sud verso nord, sotto la superficie di questa particolare faglia che qui emerge all'altezza di Ovaro. Una faglia davvero di prima grandezza che è riconoscibile dalla Valle del Torrente Chiarsò (e oltre), alla Valle del Torrente Bût, alle estreme zone occidentali di Sauris, paese dal quale ha preso il nome (*faglia di Sauris*, **Fig. 69**).

Il segnale dell'intenso raccorciamento, mai disgiunto da un marcato sollevamento, è fornito anche dal deciso salto di età tra le rocce che, su opposti lati, si fronteggiano lungo il piano di faglia. Sul lato nord si estendono i calcari della fine del Permiano; sul lato sud, quelli – molto differenti – del Carnico, ossia risalenti quasi alla fine del Triassico. Il dato non necessita di commenti ulteriori, se non di un'ultima considerazione.

Quando vi capiterà di transitare da quelle parti e attraverserete la periferia sud di Ovaro, riflettete su quei 20 chilometri di territorio carnico, spinti a forza e inghiottiti obliquamente, nel volgere di una decina di milioni d'anni o giù di lì, sotto alla superficie della *faglia di Sauris*. Mentre tutto questo avveniva, il Friuli di allora era percosso da sismi la cui intensità superava di almeno un ordine di grandezza i recenti terremoti. Dieci milioni di anni per 20 chilometri di raccorciamento. Due metri ogni 1.000 anni: una Ferrari della geologia! La complessità

dabei die übereinanderliegenden Dachziegel. Und hier, auf Höhe von Ovaro, Cello und Mione kreuzt die Route den Kontaktbereich zwischen zwei enormen „geologischen Ziegelplatten".
Der Kontaktbereich liegt entlang einer großen, schwach geneigten Verwerfung (Überlagerung), die nach Norden untertaucht. Er unterscheidet sich von allen anderen ähnlichen Kontaktbereichen, da die Überlappung der beiden Gesteins-„Dachziegel" zu einer Verkürzung des Geländes (in N-S-Richtung) um gut 20 Kilometer auf seiner Oberfläche geführt hat!
Ein wirklich außergewöhnlicher Wert! Der volle Umfang wird deutlich, wenn man bedenkt, dass der Gipfel der Hohen Warte genau 10 km Luftlinie von Ovaro entfernt liegt.
Also wurde während der unglaublichen Kompressionen im Miozän ein zwei Mal so großes Gelände von Süden nach Norden hin schräg unter die Oberfläche dieser bei Ovaro auftauchenden, besonderen Verwerfung geschoben. Eine Verwerfung von wirklich von erster Größenordnung. Sie ist erkennbar vom Chiarsò-Tal (und darüber hinaus) ins But-Tal und bis zum äußersten westlichen Rand von Sauris, das auch namensgebend für sie war (*Sauris-Verwerfung*, Tf. 69).
Ein Hinweis auf diese starke Verkürzung und gleichzeitig deutlicher Anhebung des Geländes wird auch durch den sprunghaften Altersunterschied der Gesteine geliefert, die sich entlang der Verwerfungsfläche auf unterschiedlichen Seiten gegenüber liegen. Auf der Nordseite liegen die Kalke aus dem obersten Perm; auf der Südseite die – sehr unterschiedlichen – „Carnico"-Kalke, die fast bis ans Ende der Trias zurück reichen.
Diese Daten müssen nicht weiter kommentiert werden, bis auf eine Überlegung.
Sollten Sie einmal in diese Gegend kommen und durch den südlichen Ortsausgangsbereich von Ovaro fahren, dann denken Sie über jene 20 km karnisches Gebiet nach, die im Laufe von rund zehn Millionen Jahren gewaltsam schräg unter die Oberfläche der *Sauris-Verwerfung* geschoben und einfach „geschluckt" wurden. Zur gleichen Zeit wurde das damalige Friaul von Erdbeben geschüttelt, die die Stärke heutiger Erdbeben um mindestens ein Grad übertrafen.
Zwanzig Kilometer Verkürzung in nur zehn Millionen Jahren, das bedeutet zwei Meter alle 1.000 Jahre: ein wahrhafter Ferrari der Geologie!
Die verformende Komplexität im ersten Teil der Route machte die Erläuterung dieses besonderen

70

deformativa presente nella prima parte dell'itinerario ha reso prioritaria la trattazione di questo particolare aspetto del territorio.

È ora di cambiare argomento. Sono quattro i principali gruppi di rocce presenti lungo questo itinerario. Differiscono per tipologia e per età. Indirettamente sono stati tutti citati durante la trattazione riguardante le deformazioni del volume roccioso. Si inizia con le antiche rocce paleozoiche, a composizione sia calcarea sia silicea, comuni anche agli altri itinerari.

Anche qui, a tratti, tra i sedimenti silicei carboniferi si possono incontrare i livelli vulcanici basici. Addirittura, alle porte di Comeglians, prima del ponte sul Torrente Degano, li troviamo sezionati dalla strada statale (SS 355) con un'inaspettata esibizione di *pillow lava*, organizzati in una cascata di "cuscini" dal diametro metrico.

Tutte queste rocce accompagnano l'intero nostro trasferimento da Forni Avoltri a Comeglians. Le sostituiscono, per un breve tratto di 3 chilometri (sponda destra del Torrente Degano), i depositi del Permo-Carbonifero, simili

Aspekts für das Gebiet ungeheuer wichtig. Doch nun wird es Zeit, das Thema zu wechseln. Entlang dieser Route gibt es vier Hauptgesteinsgruppen, die sich in Typ und Alter unterscheiden. Sie wurden alle bereits indirekt während der Ausführungen zu den Deformationen der Gesteinsmasse behandelt.
Den Anfang macht das antike Kalk- bzw. Kieselgestein aus dem Paläozoikum, wie es auch auf den anderen Routen zu finden ist. Auch hier stößt man abschnittsweise auf die basischen Vulkanitlagen zwischen den Kieselsedimenten aus dem Karbon. Vor der Brücke über den Wildbach Degano kurz vor Comeglians kann man sie von der Staatsstraße (SS 355) aus als Anschnitt unerwarteter *Pillowlava* sehen, wie sie sich in einer Anordnung aus „Kissen" mit 1 m Durchmesser zeigt.
Dieses Gestein begleitet unseren ganzen Weg von Forni Avoltri nach Comeglians. Nur auf einem kurzen, 3 km langen Abschnitt (rechtes Ufer des Degano) wird es von den Ablagerungen aus dem Perm-Karbon abgelöst, die denen vom Nassfeld ähneln (S. 101). Dort markieren sie die Position der alten subsidenten (absinkenden) „Kiste" von Forni Avoltri. Man bräuchte eigentlich nur …naja, graben, um zur Basis der Perm-Karbon-Abfolge zu gelangen und den Sockel aufzuspüren, auf dem sie liegen.
Er besteht aus dem antiken paläozoischen Gestein, genau demselben, das sich heute aufgeschlossen im ersten Routenabschnitt findet.
Dem dritten Gesteinstyp begegnen wir zwischen Comeglians und Ovaro. Er liegt zwischen zwei großen

a quelli di Pramollo (v. pag. 101). In questo caso marcano la posizione dell'antico "scatolone" subsidente (cioè che si abbassava) di Forni Avoltri. Basterebbe… scavare per raggiungere la base della successione permo-carbonifera e intercettare il piedistallo sul quale si appoggiano. È formato dalle antiche rocce paleozoiche, uguali identiche a quelle che oggi sono esposte nella prima parte dell'itinerario.

Il terzo tipo di rocce lo incontriamo tra Comeglians e Ovaro. È compreso e compresso tra le due importanti faglie a sviluppo est-ovest discusse in precedenza. Sono le rocce deposte durante il Permiano superiore. Quegli strati rossi di pianura che già avevano fatto la loro comparsa nel tratto iniziale di questo itinerario, con il ruolo di tappo ai depositi precedenti. Ad essi si aggiungono i soprastanti gessi e le successive dolomie e calcari con i quali si chiude la lunga storia paleozoica dei territori dell'alto Friuli e quella delle aree alpine centro-orientali.

A sud di Ovaro e fino a Villa Santina si diffonde invece il quarto gruppo di rocce, le più recenti. Sono di età carnica (Triassico superiore) e riservano molte sorprese ambientali, raccontando di lagune tropicali e occasionali strati di carbone che segnano l'interruzione momentanea della dominazione marina, di nuove lagune in rapido approfondimento, capaci di richiamare sabbie e fanghi silicei smantellati da vicini vulcani emersi e in attività. E poi nuovamente una grande pianura rossa, ancora una volta seguita e coperta da gessi, con sovrapposte nuove dolomie e nuovi calcari.

Un copione già scritto alla fine del Permiano e che, a distanza di 30 milioni di anni, il territorio riscopre e ripresenta, variando solo gli spessori dei depositi, decisamente più consistenti nel Carnico. Tra tutte queste rocce si inseriscono le ripide, estese pareti formate da calcari massicci la cui età varia tra il Ladinico e il Carnico. Siamo ancora e sempre nel Triassico.

71

70_*Depositi triassici nell'area di Lovea*

71_*Il bivalve* Myophoria kefersteini, *frequente nelle rocce del Carnico (Torrente Miozza, presso Ovaro)*

zuvor beschriebenen Störungen mit Ost-West-Ausrichtung und wird von ihnen komprimiert. Es handelt sich um Gesteinslagen aus dem Oberperm; jene roten Schichten einer Ebene, die bereits im ersten Abschnitt dieser Route aufgetaucht waren und die sich wie eine Art Deckel bezüglich der vorhergehenden Ablagerungen verhielten. Hinzu kommen der darüber liegende Gips und nachfolgend Dolomit und Kalke, mit denen sich das lange Erdaltertum im Oberfriaul und den alpinen Zentral-Ost-Gebieten beschließt.
Südlich von Ovaro und bis nach Villa Santina breitet sich dagegen die vierte und jüngste Gesteinsgruppe aus. Sie stammen aus karnischer Zeit (Obertrias) und bieten viele Überraschungen bezüglich des Ablagerungs-Ambiente: sie erzählen von tropischen Lagunen und gelegentlichen Karbonschichten (welche die vorübergehende Unterbrechung der Vorherrschaft des Meeres markieren), von neuen, schnell tiefer werdenden Lagunen, in denen sich Sand und Kieselschlämme ablagerten, die vom Abbau aufgetauchter und aktiver Vulkane in der näheren Umgebung stammten; und schließlich erneut von einer weiten roten Ebene, wiederum gefolgt und bedeckt von Gipsen und darüber neuer Dolomit und neue Kalke.
Das „Drehbuch" für diese Ablagerungen wurde bereits am Ende des Perms geschrieben, nach 30 Millionen Jahren jedoch von der Gegend neu entdeckt und „verfilmt", wobei lediglich die Dicke der Ablagerungen geändert werden, die im Karnischen Zeitalter (Carnico) entschieden mächtiger sind. Zwischen all diesen Gesteinen fügen sich die

72

73

72_*L'odierno aspetto della conca di Sappada*

73_*L'estensione del paleo-lago di Sappada, ricostruito sulla base dei depositi lacustri e deltizi risparmiati dalle successive erosioni*

massiven Kalksteilwände ein, deren Alter zwischen Ladinico und Carnico schwankt, stets jedoch innerhalb der Trias bleibt. Untersuchen wir nun die *„nähere Vergangenheit"* dieser Route, so stellen wir fest, dass dort keine oder nur sehr wenige Auffälligkeiten zu erkennen sind. Die Entwicklung dieses Tals im Quartär enthält weder einen Coup oder Knalleffekt, noch tut sie sich aufgrund irgendwelcher spektakulären Überreste im Gebiet hervor. Die einzigen nennenswerten Elemente sind die *Talus-Kegel*, also jene fächerförmigen Schuttansammlungen an der Mündungsstelle von Wildbächen in das übergeordnete Fließgewässer. Diese Talus-Kegel entstanden nach der Gletscherschmelze im Würm und vergrößerten sich im gleichen Zeitraum in ihrer Fläche und ihrem Volumen schubweise durch Hochwasser führende Wildbäche und deren überwältigende Geschiebe. Sie lagerten sich fest in drei bestimmten Sektoren ab, die diese Route durchquert. Der erste und auffälligste dieser Talus-Kegel besitzt trotz der massiven Verluste durch nachfolgende fluviale Erosionen eine recht komplexe Form (entstanden aus der Koaleszenz der hinterlassenen Geschiebemassen der Wildbäche Degano und Acqualena) und diente der Ortschaft Forni Avoltri als praktischer „Baugrund". Der zweite Talus-Kegel wurde von Comeglians besiedelt, das auf den Überresten der Überschwemmungen des Rio Margò und einem unbekannten Flüsschen erbaut wurde, das heute als träges Rinnsal zwischen den Häusern von Maranzanis verläuft; auch hier hinterließen spätere fluviale Eintiefungen deutliche Spuren. Der dritte Talus-Kegel befindet sich bei Agrons, einem kleinen Örtchen südlich von Ovaro. Er entstand durch das Geschiebe des Rio Miozza und ist der einzige dieser Kegel, der keine augenfälligen „Verstümmelungen" während der unvermeidlichen fluvialen Eintiefungen davongetragen hat.
Doch wir lassen uns von dem Mangel an nennenswerten Daten aus dem Quartär (unserer *„näheren Vergangenheit"*) nicht abschrecken und benutzen eine Art „Hintertürchen": wir weiten die Route westlich etwas aus! Auf diese Weise beziehen wir zwei wirklich hervorragende Orte mit ein: Cima Sappada und Sappada, knapp hinter der Landesgrenze Friaul-Venetien.
Bei Cima Sappada ist die Gegend geprägt von einer Moränenmasse, die beim Rückzug der dortigen Gletscherzunge das Wasser des Piave am Abfließen hinderte und einen 0,25 km² großen und einige Dutzend Meter tiefen See entstehen ließ. Dieser See entstand vor ca. 15.000 Jahren und bestand jedoch aufgrund der anschließenden Interventionen des Piave selbst nicht sehr lange. Bei einem der unzähligen Hochwasser riss der Fluss einen wichtigen Teil der Moränen-Talsperre mit sich. Die regressive (also rückwärts schreitende) Erosion, die als eine Folge des Bruchs entlang des Flusslaufs entfesselt worden war, vollendete das Werk und machte den Stausee fast nicht wiederzuerkennen.
Im Sektor von Sappada wird ein Drehbuch wieder neu aufgenommen, das bereits zahlreiche Male im Quartär der Gebirgsgegenden ausprobiert wurde. Es entwickelte sich nach einer erprobten Abfolge aufeinanderfolgender Passagen (S. 64): eine *Erdrutsch-Geröllmasse* schafft eine Sperre in der Talsohle; es bildet sich ein *See*, in den viel Sedimente fließen; das *Durchbrechen* des Erdrutsch-Hindernisses verursacht

Passando a trattare il *"passato prossimo"* di questo itinerario ci accorgiamo che risulta privo o quasi di manifestazioni eclatanti. L'evoluzione quaternaria di questa vallata non spicca per colpi di scena, né per la presenza di appariscenti resti abbandonati sul territorio. Le uniche emergenze degne di nota sono i ***conoidi di deiezione***, quei detriti disposti a ventaglio e abbandonati dai torrenti dove confluiscono nel loro collettore principale. Sono conoidi nati e ampliati, tanto come superficie quanto come volume, dopo la deglaciazione würmiana. Sono cresciuti a colpi di piene torrentizie, dominate da stupefacenti processi di colata, e si sono stabilmente insediati in tre particolari settori attraversati da questo itinerario.

Il primo conoide degno di nota, il più appariscente, geometricamente complesso (prodotto dalla coalescenza dei detriti abbandonati dal Torrente Degano e dal Rio Acqualena), seppure smembrato dalle successive erosioni fluviali, è quello sul quale ha felicemente scelto di espandersi il paese di Forni Avoltri.

Il secondo è quello colonizzato da Comeglians, paese costruito sui resti delle alluvioni del Rio Margò e di un rio anonimo che oggi striscia le proprie scarse acque tra le case di Maranzanis, anch'essi visibilmente modificati dai successivi approfondimenti fluviali. Il terzo è quello di Agrons, paesino a sud di Ovaro. Formato dagli apporti del Rio Miozza, dei tre è l'unico conoide a non avere subìto vistose mutilazioni durante gli immancabili approfondimenti fluviali.

Per non arrenderci alla carenza di dati recenti di un certo rilievo e relativi al Quaternario (il nostro *"passato prossimo"*) esiste una scappatoia: estendere l'itinerario verso occidente. In tal modo si riescono ad incorporare due siti davvero d'eccellenza: Cima Sappada e Sappada, situati appena oltre il confine tra Friuli e Veneto.

Nel primo il territorio narra la storia di uno sbarramento morenico che, al ritiro della relativa lingua glaciale, bloccò le acque del Fiume Piave generando un lago ampio un quarto di chilometro quadrato e profondo alcune decine di metri. La sua vita, iniziata circa 15.000 anni fa, non durò a lungo a causa delle successive rimostranze del Piave stesso. Durante un'ennesima piena il fiume si portò via una parte essenziale dello sbarramento morenico. L'erosione regressiva (cioè… all'indietro), attivatasi lungo l'asta fluviale, come conseguenza del cedimento, completò l'opera rendendo l'invaso pressoché irriconoscibile.

Nel secondo settore, quello di Sappada (**Fig. 72**), torna in auge un copione già sperimentato altre e numerose volte durante il Quaternario dei territori montani. Si è sviluppato secondo una collaudata serie di passi successivi (v. pag. 64): un ***accumulo di frana*** genera uno sbarramento nel fondovalle; si forma un ***lago*** che accoglie abbondanti sedimenti; lo ***sfondamento*** dell'ostacolo di frana produce una poderosa ***incisione*** fluviale dei depositi lacustri.

Il tutto questa volta accadde proprio di fronte a Sappada. Oggi, senza l'irruenza del Piave, la cittadina si troverebbe ancora sulle sponde di uno splendido lago (**Fig. 73**), lungo quasi 4 chilometri e profondo 100 metri. L'invaso, formatosi circa nel 2.600 a.C. (età stimata col metodo del radiocarbonio), svanì per sfondamento dell'ostacolo di frana alcune migliaia di anni più tardi, riconsegnando la valle all'irruenza del Fiume Piave e dei suoi affluenti.

74_L'area del Lago di Pramollo

75_a seguire: La classica successione carbonifera sup. del Monte Auernig, con alternanze tra banchi conglomeratici (fluvio-deltizi) e calcarei (mare aperto, poco profondo)

74

einen gewaltigen fluvialen *Einschnitt* in den Ablagerungen des vormaligen Sees.
Mit dem Unterschied, dass es diesmal vor den Toren Sappadas stattfindet. Ohne das ungestüme Temperament des Piave läge das Städtchen heute noch immer an den Ufern eines wunderschönen, fast 4 km langen und 100 m tiefen Sees. Der Stausee hatte sich rund 2.600 v. Chr. (geschätztes Alter mit Radiokohlenstoff-Datierung) gebildet; einige Millionen Jahre später verschwand er aufgrund des durchbrochenen Erdrutsch-Hindernisses und überließ das Tal wieder dem ungestümen Piave und seinen Nebenflüssen.

DAS RIO BOMBASO-TAL

Erwähnen Sie einem europäischen Geologen (am besten auch Paläontologen) gegenüber das Rio Bombaso-Tal, so weiß er vermutlich nicht, wovon Sie reden. Fügen Sie dann jedoch die Ortsnamen Pramollo-Nassfeld (Tf. 74) hinzu, können Sie sicher sein, dass alle mit selbstzufriedenem Lächeln anfangen werden, die fossile Flora und die verbreiteten unterschiedlichen Überreste zahlreicher Invertebraten aufzuzählen, die in den Perm-Karbon-Meeren des Sektors Pramollo-Lanza lebten. Eine bunte Folge an Formen, die – würden sie alle zusammen in den Vitrinen eines Museums betrachtet – Lebensräume und Landschaften zum Leben erwecken können, die seit über 270 Millionen Jahren verschwunden sind.
Fossilien und Gesteine, Gesteine und Fossilien. Über dieses Wortpaar verwandelt sich die Geologie in eine Zeitmaschine. Zu meiner Studienzeit (nicht im Mesozoikum… aber beinahe so lange her!) überließen wir bei der Betrachtung der Fossilien von Pramollo unserer Phantasie die Suche nach dem Lebensraum, in dem diese Organismen vermutlich gelebt hatten. Einige Jahre später dann – in den frühen 80er Jahren – versuchten wir, unsere Eindrücke und Phantasievorstellungen in einer Ausstellung wiederzugeben.
Damals arbeitete man noch mit Papier, Handzeichnungen (wenngleich perspektivisch), Fotografien, …. Seither haben sich viele Dinge geändert, auch und vor allem bei der Informationsübermittlung. Und die moderne Wissenschaftskommunikation bestätigt dies. Mit Beginn des dritten Jahrtausends ist die wissenschaftliche Kommunikation an ein breites Laienpublikum vom Quartär … ist *Avatär* übergegangen.
Die digitale virtuelle Realität entwickelt sich gerade zu jener Zeitmaschine, die vor nicht allzu langer Zeit nur in den verworrenen Hirnwindungen von uns „Geologie-Fanatikern“

funktionierte. Und auch damals brachte sie ausgezeichnete Ergebnisse (in unseren Köpfen), die wir jedoch leider an niemanden schicken und mit niemandem teilen konnten. Aber einen Rat meinen wir Euch „anderen" dennoch geben zu können: Lasst niemals Eure Phantasie zum Ermüden kommen! Gebt Euch nicht untätig den virtuellen Zaubern des *Avatärs* hin, die sich immer weiter entwickeln und komplexer werden und Eure kommenden Jahrzehnte im Guten wie im Schlechten prägen werden. Lasst Eure Phantasie immer nebenher mitlaufen, parallel zu den virtuellen Welten (auch den geologischen) die andere für Euch erzeugen.
Versteht es immer und überall, die dreidimensionale Sicht auf Eure Tagträume anzuwenden, ohne dafür einen Plasmaschirm zu benötigen. Der Mechanismus der virtuellen Realität muss ins Erbgut unserer geistigen Fähigkeiten übergehen, ohne dass wir dafür spezielle Arbeitsplätze oder hochmoderne Hilfsmittel verwenden brauchen.
Versucht einmal, Eure *avatäre Phantasie* bei einer Wanderung in den Bergen zu benutzen, inmitten von Sedimentgestein, das durch die Vegetation bricht und mit den unterschiedlichsten Formen und Arten unablässig versucht, Informationen über die eigene Vergangenheit mitzuteilen. Es wartet seit Abermillionen Jahren auf Euch. Und diesmal kommen wir gemeinsam am Treffpunkt an. Ihr und Wir, auf unserem Weg, der vom Nassfeldpass hinauf zur Bergstation (im Bau) der Kabinenseilbahn von Pontebba führt. Bei der Terrasse angekommen, auf der sich die Auernig-Hütte befindet, türmt sich zu unserer Linken die abweisende Silhouette des gleichnamigen Berges auf. Auffallend ist sein gebankter Aufbau mit sich wiederholenden Lagen aus Konglomeraten (Ergebnis früherer Schotter, die anschließend verfestigten) einerseits und mit kalkhaltiger Zusammensetzung (bestehend aus „speziellen" Algen, Kalkschlämmen, winzig kleinen Skeletten und Bruchstücken)

LA VALLE DEL RIO BOMBASO

Se a un geologo europeo qualsiasi (meglio se anche paleontologo) citate la Valle del Rio Bombaso, difficilmente saprà di cosa state parlando. Se però a quegli stessi geologi-paleontologi aggiungete la località Pramollo-Nassfeld (**Fig. 74**), state certi che tutti, sorridendo compiaciuti, inizieranno a citare le flore fossili e i resti, vari e diffusi, dei numerosi invertebrati che popolavano i mari permo-carboniferi del settore Pramollo-Lanza. Un tripudio di forme che, osservate tutte insieme nelle vetrine di un museo, sono capaci di riportare in vita ambienti e paesaggi scomparsi da oltre 270 milioni di anni.

Fossili e rocce, rocce e fossili. Attraverso questo binomio la geologia si trasforma in una macchina del tempo. Quand'eravamo studenti (non era il Mesozoico, ma quasi), guardando i fossili di Pramollo affidavamo alla nostra fantasia il compito di ricreare gli antichi ambienti che li avevano ospitati. Poi, alcuni anni dopo – era la prima metà degli anni '80 – abbiamo provato a riprodurre in una mostra le nostre sensazioni e quanto la fantasia ci suggeriva.

A quei tempi si lavorava su carta, con disegni a mano (seppure prospettici), fotografie,… Da allora molte cose sono cambiate, anche e soprattutto nel modo di comunicare le informazioni. E la comunicazione moderna della Scienza ne è una conferma. Con l'avvento del terzo millennio la comunicazione scientifica rivolta al vasto pubblico dei non esperti è passata dal Quaternario… all'*Avatariano*.

La realtà virtuale digitale sta diventando quella macchina del tempo che… un tempo si attivava solo nella nostra fantasia di fanatici delle "cose geologiche". Con risultati ottimi anche allora (nel nostro cervello), ma semplicemente impossibili da trasmettere e condividere.

Eppure, un consiglio che ci sentiamo in grado di darvi, è quello di non addormentare mai la vostra fantasia. Non adagiatevi passivamente alle magie virtuali dell'*Avatariano* che, sempre più evolute e complesse, caratterizzeranno i vostri prossimi decenni, nel bene e nel male. Che la vostra fantasia continui sempre a viaggiare accanto e in parallelo ai mondi virtuali, anche geologici, confezionati da altri.

Sappiate sempre e ovunque applicare la visione tridimensionale ai vostri sogni ad occhi aperti, senza bisogno di uno schermo al plasma. Il meccanismo della realtà virtuale deve diventare un patrimonio mentale da utilizzare senza la necessità di postazioni speciali o attrezzature di ultima generazione.

Provate ad attivare la vostra *fantasia avatariana* anche mentre camminate in montagna, tra le rocce sedimentarie che bucano la vegetazione e che, con i loro differenti e multiformi caratteri,

76

andererseits, die jeweils mehrere Meter mächtig waren.
An dieser Stelle kann und muss die dreidimensionale Phantasie „eingeschaltet" werden und uns auf unserer Zeitreise begleiten. Als Startknopf berühren wir genau das, was eine Art „Materialisation" der geologischen Zeit ist – wir berühren die Felsen und ihre Fossilien.
Und schon sind wir am Ziel der Reise angekommen! Wir befinden uns noch immer im selben Sektor der Karnischen Alpen, doch wurden wir ins Oberkarbon katapultiert. Unvermittelt finden wir uns auf einem trüben, Hochwasser führenden Fluss wieder, rittlings auf dem Stamm eines Siegelbaums (Gattung *Sigillaria,* Tf. 78) sitzend, der ein paar Kilometer flussaufwärts aus seinem *Habitat* gerissen wurde. Das Hochwasser lässt bereits nach und im Flussbett unter uns lagern sich riesige Mengen an weißem Quarzschotter ab, den der Fluss am Boden mitwälzte.
Die Zeit um uns herum verläuft im Zeitraffer. Wir sind noch immer hier und bewegen uns nicht vom Fleck, als einige Zehntausend Jahre später der Meeresspiegel langsam aber unaufhaltsam um ein paar Meter ansteigt und unsere Fluss- und Deltaebene bedeckt.
Wir sehen, wie sich die Uferlinie nach innen vorarbeitet. Wir sind in der Zwischenzeit vom Meerwasser bedeckt. An unseren Füßen beginnen sich auf dem Schotter und Sand aus Fluss und Delta feinste Schlammablagerungen zu bilden.
Regungs- und bewegungslos warten wir das Dahinströmen abertausender Jahre ab. Der Meeresspiegel steigt weiterhin. Um nochmals zehn Meter. Das Wasser ist nun klar und leuchtend, und auch der Grund sieht anders aus. Über dem Schlamm leben jetzt Algen, die in der Lage sind, Kalziumkarbonat zu binden. Sie vermehren sich rasch und bilden Generation auf Generation riesige Bänke aus reinem Kalk. Normalerweise werden diese Bänke zwischen 1 und 6 m mächtig, doch in Ausnahmenfällen auch bis zu 20 Meter!
Unsere Füße finden Halt auf einer dieser Kalkbänke, die unter einer mindestens 10 m hohen Wasserschicht liegt. Der Kalkhorizont erstreckt sich auf einer Fläche von rund 10 km² unter dem Meeresspiegel, einige Kilometer von der flachen Küstenlinie entfernt.
Doch plötzlich ändert sich etwas: wir bemerken, dass das Wasser nicht mehr klar ist, sondern sich mit einer hauchdünnen dunklen Schlammschicht füllt, die sich wie ein Siegel über die gesamte Algenbankfläche legt.
Mit etwas Anstrengung und Bewegung der Beine halten wir uns auf Höhe des Meeresgrunds ohne von den zukünftigen Sedimenten begraben zu werden.
Wir klettern die geologische Zeitleiter empor.
Nach einem Meter dunkler Schlammmassen (von den Flüssen ins Meer geschwemmt) gelangen wir zum Sand. Erst sind es nur hier und da dünne Schichten, die der andere Schlamm wieder bedeckt, dann tritt massiv Sand auf. Er stammt vom Festland und gehört zum Flussgeschiebe, das teilweise über

77

76_*Il brachiopode* Brachythirina

77_*Le fusuline (*Pseudo-schwagerina*) sono organismi unicellulari i cui gusci fossilizzati possono costituire interi livelli rocciosi spessi quasi un metro*

cercano, incessantemente, di comunicare informazioni sul proprio mondo scomparso. Da milioni e milioni d'anni vi stanno aspettando. Questa volta arriveremo congiuntamente all'appuntamento. Noi e voi, salendo insieme la strada che dal Passo di Pramollo porta alla costruenda stazione d'arrivo della cabinovia di Pontebba.

Giunti al ripiano che ospita Casera Auernig, sulla sinistra si staglia l'austera sagoma stratificata del monte omonimo. Sono evidenti i ripetuti banchi, ora conglomeratici (frutto di antiche ghiaie poi cementate), ora a composizione calcarea (formati da alghe "speciali", fanghiglie calcaree, infinitesimi gusci e frammenti), ognuno spesso parecchi metri.

È a questo punto che la fantasia tridimensionale può e deve agire, accompagnandoci nel nostro viaggio attraverso il tempo. Questo viaggio inizia proprio toccando fisicamente la materializzazione stessa del tempo geologico: le rocce e i loro fossili.

Eccoci. Siamo ancora in questo particolare settore delle Alpi Carniche ma ormai catapultati nel Carbonifero superiore. Improvvisamente ci troviamo sulla superficie di un fiume torbido, in piena, a cavalcioni di un tronco di *Sigillaria* (**Fig. 78**) strappato al suo habitat qualche chilometro più a monte. La piena ora cala e deposita sotto di noi, nell'alveo fluviale, un'infinita quantità di ciottoli bianchi, quarzosi, che stava trascinando sul fondo.

Il tempo scorre velocemente intorno a noi. Siamo ancora lì, fermi nella medesima zona quando, alcune decine di migliaia di anni dopo, il livello marino, lentamente ma inesorabilmente, si alza di un paio di metri invadendo la nostra piana fluvio-deltizia. Osserviamo la linea di riva spostarsi verso l'interno. Noi, intanto, siamo sommersi dalle acque marine. Tra i nostri piedi, sopra le ghiaie e sabbie fluviali e deltizie, cominciano ad accumularsi fanghiglie finissime. Fermi, immobili, attendiamo il fluire delle migliaia di anni. Il livello marino continua a salire. Un'altra decina di metri.

Le acque ora sono diventate limpide e luminose. Il fondale sta cambiando aspetto. Sopra ai fanghi ora vivono alghe capaci di fissare il

78_*Un frammento di tronco di* Sigillaria

79_*La parte sommitale del Monte Cavallo di Pontebba*

80_*Il settore di Lanza, sullo sfondo la Creta di Aip*

78

79

ein momentan noch weit entfernt scheinendes Delta ins Meer gelangt. Nach dem Sand kommt Feinschotter, ein Anzeichen dafür, dass die Küstenlinie mit dem nunmehr stabilen Meeresspiegel sich in unsere Richtung vorwärts arbeitet. Dies geschieht aufgrund der enormen fluvialen Geschiebemengen, die sich über das Delta ins Meer ergießen; sie stammen von Erosionen außerhalb der Seiten der Lanza-Pramollo-„Kiste" und wurden wieder ins Innere gelenkt. Einige Jahrmillionen später sollte sich der Hauptkörper des Deltas, mit seinen Sand und Schotter gefüllten Kanälen, aber auch den Süßwasserbuchten voll üppiger Vegetation bis auf die vertikale Verlängerung unserer Position vorschieben. Und schließlich würden an unserer Stellung nach dem Deltaapparat wieder die dahinter befindlichen Flüsse auftauchen.
Eine weitere Schotterbank würde unser Podest in Erwartung der nachfolgenden, unvermeidlichen Veränderungen von Lebensraum und Ablagerungen.

In der Zwischenzeit hat sich genau unter uns jene typische Sedimentabfolge aus Kalkbänken und Konglomeratbänken (die antiken Quarzschotter) mit dazwischen liegenden Trennschichten aus feineren, sandigen und schlammigen Ablagerungen gebildet, die ebenfalls aus Kieselsäure bestehen. Und genau diese Wechselschichten können wir heute an der Südwand des Auernigs bereits von der Straße hinauf zum Nassfeldpass beobachten.
Diese Gesteinstypen und ihr Wechsel stehen also nicht nur für unterschiedliche Lebensräume (Landschaften), sondern bezeichnen auch Veränderungen des Gebietes im Laufe der Zeit. Der Auernig, Garnitzenberg und Monte Corona: drei Brüder derselben Großfamilie, alle geformt aus dem besonderen Gestein der Perm-Karbon-Zeit. Zusammen genommen sind die drei Erhebungen das Beste und Tollste, was Europa in Sachen Oberkarbon, der entsprechenden Gesteine und deren fossilen Inhalts – sowohl auf dem Kontinent (Floren), als auch im Meer (Kammerlinge, Armfüßer, Weichtiere, Moostierchen, …) – zu bieten hat.
Das Nassfeld ist noch aus anderer Sicht herausragend, der Dynamik. Kürzlich durchgeführte Studien haben gezeigt, dass es zwei Gründe für das Schwanken des Meeresspiegels gab. Zum einen waren globale Ursachen dafür verantwortlich, die Hebungen und Senkungen aller Meere und Ozeane des Planeten betrafen und von der Schrumpfung bzw. Ausdehnung der polaren Eiskappen (wie heute der Fall ist) verursacht wurden. Im Perm-Karbon durchlief die Erde eine lange Eiszeit, vergleichbar mit der Eiszeit im Quartär (unsere vergangenen 2 Millionen Jahre). Die karnisch-kärntnerischen Gebiete befanden sich damals praktisch am Äquator (4°N Breite) und bekamen die Temperaturschwankungen nur wenig zu spüren, während die Schwankungen des Meeresspiegels stark zum Tragen kam.
Zum anderen wurden die Schwankungen der Meeresbodentiefe bei Pramollo-Nassfeld geleichzeitig von *tektonischen Bewegungen*

80

carbonato di calcio. Sono molto prolifiche e riescono, generazione dopo generazione, a formare banchi di calcare puro. In genere raggiungono spessori compresi tra 1 e 6 metri, ma eccezionalmente possono raggiungere i 20 metri!

Adesso i nostri piedi appoggiano sulla sommità di uno di questi banchi calcarei, sommersi da almeno una decina di metri d'acqua. L'orizzonte calcareo si estende per circa una decina di chilometri quadrati sotto la superficie marina e prende forma a parecchi chilometri dalla piatta linea costiera.

Poi, qualcosa cambia. Notiamo che le acque non sono più limpide. Cominciano a riempirsi di un'impalpabile fanghiglia scura che finisce per ricoprire il banco algale sigillandone la superficie. Muoviamo i piedi per continuare a mantenerci sempre a livello del fondale, evitando di essere sepolti dai futuri sedimenti. Risaliamo attraverso il tempo geologico.

Dopo un metro di fanghiglie scure (portate al mare dai fiumi) arrivano le sabbie. Prima con piccole avvisaglie – sottili strati che altro fango subito ricopre – poi in modo massiccio. Giungono dalle terre emerse e sono il carico fluviale che in parte riversa in mare, attraverso un delta che per il momento ci appare ancora lontano.

Dopo le sabbie cominciano a raggiungerci le ghiaie finissime. È il segnale che la linea di costa, con il livello marino diventato stabile, sta avanzando verso di noi. Lo fa grazie all'enorme quantità di detriti fluviali che si riversano in mare attraverso il delta. Sono detriti erosi oltre i lati dello "scatolone" di Lanza-Pramollo e richiamati al suo interno. Di lì a qualche migliaio di anni, sulla verticale della nostra posizione, sarebbe arrivato il corpo principale del delta, con i suoi canali colmi di sabbie e ghiaie, ma anche con le sue baie dulcicole ricche di vegetazione. Infine, sulla nostra postazione, dopo l'apparato deltizio, si sarebbero ripresentati i retrostanti fiumi. Un altro bancone ghiaioso sarebbe diventato il nostro piedistallo sul quale sostare in attesa dei successivi, inevitabili cambiamenti. Di ambiente e di depositi.

Intanto, proprio sotto di noi, ha preso forma quella caratteristica successione sedimentaria

81_*La Creta di Aip, vista dal Monte Cavallo di Pontebba*

fatta di banchi calcarei e banchi conglomeratici (le antiche ghiaie quarzose), intercalati e separati da depositi più fini, sabbiosi e fangosi, anch'essi a composizione silicea.

Sono quelle stesse alternanze che oggi è possibile osservare lungo la parete meridionale del Monte Auernig, già visibile dalla strada che sale al Passo di Pramollo.

Questi tipi di rocce e le loro alternanze possono essere dunque letti non solo come ambienti (paesaggi) differenti, ma anche come un cambiamento del territorio nel tempo. Monti Auernig, Carnizza e Corona: tre fratelli della stessa grande famiglia, tutta formata dalle particolari rocce di età permo-carbonifera.

Insieme, i tre rilievi, rappresentano quanto di meglio e di più appassionante possa esserci in Europa parlando di Carbonifero superiore, delle relative rocce e del loro contenuto fossilifero, tanto continentale (flore) quanto marino (foraminiferi, brachiopodi, molluschi, briozoi…).

La zona di Pramollo è il massimo anche da un altro, differente punto di vista. Quello dinamico. Recenti studi hanno messo in luce che il livello marino variava per due ragioni.

La prima era dovuta a motivi, per così dire, globali, i quali implicavano sollevamenti e abbassamenti di tutti i mari e oceani del pianeta, causati, alternativamente, dalla contrazione ed espansione di calotte glaciali poste ai due poli, come accade oggi.

beeinflusst, die das Gebiet betrafen. Der Sektor um die heutigen Erhebungen Lanza, Rosskofel, Monte Malvueric, Forca Pizzul, Cima di Val di Puarts, Zollner, usw. war zu einer versinkenden „Kiste“ – ca. 15 km breit – geworden, die mitten in ihrer Evolution (noch im Oberkarbon) vorübergehend die Absinkbewegung umkehrte.

Im Zentrum der „Kiste“ zwischen Erdbeben und vorhersehbaren Tsunamis, begann sich sogar ein langes schmales Band zu heben, das wenige Tausend Jahre später auftauchte und den unvermeidbaren Erosionen durch das Regenwasser ausgesetzt war. Der Gesteinsblock war ein schmales, langgezogenes Prisma und ähnelte in seiner Form einem riesigen Kanu, das aus dem Wasser ragt. Mit einer Breite von bis zu 5 km verlief er parallel zu den Grenzen der „Kiste“ Lanza-Pramollo entlang der Richtung 120°N, die nunmehr von den sie begrenzenden Störungen vorgegeben wurde. Dieser Mittelteil – er hatte sich nur wenige Millionen Jahre später wieder abgesenkt

Proprio così, nel Permo-Carbonifero la Terra stava attraversando un lungo periodo glaciale, paragonabile a quello del Quaternario (i nostri ultimi 2 milioni di anni). I territori carnico-carinziani, trovandosi allora praticamente sull'equatore (4°N di latitudine), risentivano limitatamente delle variazioni termiche, mentre subivano quelle relative alle oscillazioni del livello marino.

La seconda causa che, in contemporanea, influiva sulle variazioni batimetriche dei fondali di Pramollo-Nassfeld erano i ***movimenti tettonici*** che a quei tempi subiva il territorio. Il settore formato dagli attuali rilievi di Lanza, del Monte Cavallo, del Monte Malvueric, di Forca Pizzul, della Cima Val di Puartis, di Zollner… era diventato uno "scatolone" sprofondante – largo una quindicina di chilometri – che nel bel mezzo della sua evoluzione (ancora nel Carbonifero superiore) invertì momentaneamente la tendenza all'abbassamento.

Al centro dello "scatolone", fra terremoti e prevedibili tsunami, prese addirittura a sollevarsi una fascia stretta e lunga che, di lì a poche centinaia di migliaia d'anni, cominciò ad emergere subendo le inevitabili erosioni delle acque piovane. Era un prisma roccioso stretto e lungo. Come forma assomigliava a una sorta di gigantesca canoa che emergeva dalle acque. Largo fino a cinque chilometri, si sviluppava parallelamente ai limiti dello "scatolone" di Lanza-Pramollo, lungo quella direzione N120° che ora veniva replicata dalle faglie attive che lo delimitavano.

Questo settore centrale – *ri*-abbassatosi solo qualche milione di anni dopo e poi sommerso dal mare – è oggi riconoscibile grazie all'erosione che subì, nel Carbonifero superiore, durante e dopo il suo sollevamento. Oggi l'antica fascia sollevata corrisponde ai rilievi dei Monti Bruca, Malvueric e Cavallo (**Fig. 81**), proseguendo poi verso Valbertad. Per i più esperti si può aggiungere che fu delimitato da faglie verticali che si mossero in modo duplice: con una componente orizzontale ed una verticale, le cosiddette ***faglie transpressive***. Ancor oggi è possibile riconoscerle e individuarle sul territorio.

Pensate inoltre che, mentre questo settore centrale dalla forma di canoa si sollevava, dalla sua falesia settentrionale – coincidente circa con i corsi dei Rii Bombaso e Winkel, a nord del Monte Cavallo – si staccavano frane a grossi

und war anschließend wieder vom Meer bedeckt worden – ist heute dank der Erosionen erkennbar, denen er während und nach seiner Anhebung im Oberkarbon ausgesetzt war. Heute entspricht die antike Anhebungsfläche den Erhebungen des Monte Bruca, Monte Malvueric und Rosskofel (Tf. 81) und weiter in Richtung Valbertad.
Den Fachleuten unter den Lesern sei gesagt, dass sie von vertikalen Störungen begrenzt war, die sich auf doppelte Art, nämlich sowohl horizontal als auch vertikal, bewegten – die so genannten *streichenden Störungen*. Noch heute kann man sie auf dem Gebiet erkennen und ausmachen. Bedenken Sie zudem, dass sich während der Anhebung dieses kanuförmigen Mittelbereichs von seinem Nordkliff – entspricht ungefähr dem Verlauf der Bäche Rio Bombaso und Rio Winkel nördlich des Rosskofels – Erdrutsche mit großen Kalkblöcken des Substrats ablösten (der Sockel aus paläozoischem Gestein). Diese antiken Erdmassenansammlungen sind heute zwischen der Gesteinsabfolge des Oberkarbons zu erkennen. Und auf ihren Ausläufern wurde die Auernig-Hütte errichtet!
Um die Hütte herum sind auch der besondere Schotter und Sand (alles heller Kalk) zu erkennen, die im aufsteigenden „Kanu-Sektor" erodierten und anschließend von den die Oberfläche eingrabenden Wildbächen wieder ins Meer gespült wurden. Bereits zu Anfang des unteren Perms begann diese empor gehobene und freigelegte Zone in der Mitte der Lanza-Pramollo-„Kiste" sich wieder abzusenken und kehrte unter den Einfluss des Meeres zurück.
Und wie es dieserorts immer geschieht, fiel die gesamte Perm-Karbon-Konfiguration mit ihrer „Kiste", ihrem sich anhebenden „Kanu-Sektor", den aktiven Störungen die beide eingrenzten, den Bergstürzen bei den Kliffs, den Erosionen im oberen Bereich des empor gehobenen Sektors, den Sedimentfüllungen der „Kiste" mit Ablagerungen aus Fluss, Delta und Meer über 200 Millionen Jahre später dem großen *Erdkrusten-Knacker* oder besser gesagt, der *alpidischen Orogenese* zum Opfer. Damals, in den 80er Jahren, war die Ankunft *mitten im* Pramollo-Lanza-Gebiet – rund 200 km² Perm-Karbon-Schichten, die von drei verschiedenen alpidischen Kompressionsschüben verformt waren und noch auf ihrem antiken Sockel aus noch stärker verformtem Gestein aus dem Ordovizium-Karbon wurzelten –

82

82_*La ripida successione triassica del Monte Bruca a Nord di Pontebba*

83_*Un frammento di vegetale (*Alethopters*) del Carbonifero superiore dei dintorni di Pramollo*

blocchi calcarei del substrato (il piedistallo fatto di rocce paleozoiche). Questi antichi accumuli di frana si riconoscono oggi, intercalati nella successione rocciosa del Carbonifero superiore. Sulle loro propaggini è stata costruita Casera Auernig!

Nei dintorni della casera si riconoscono anche le particolari ghiaie e sabbie (tutte calcaree chiare) che venivano erose nel "settore a canoa" in sollevamento e poi riversate in mare dai torrenti che ne solcavano la sommità. Già all'inizio del Permiano inferiore questa zona sollevata ed emersa, posta al centro dello "scatolone" di Lanza-Pramollo, riprese ad abbassarsi tornando sotto l'influenza marina.

Come sempre accade da queste parti, l'intera configurazione permo-carbonifera con il suo "scatolone", il suo "settore a canoa" che si innalzava, le faglie attive che delimitavano entrambi, le frane dalle falesie, le erosioni sulla sommità del settore sollevato, i riempimenti sedimentari dello "scatolone" con depositi fluvio-deltizi e marini… più di 200 milioni di anni dopo è diventato preda del grande ***schiaccianoci crostale*** rappresentato dall'***orogenesi alpina***.

Vi possiamo assicurare che arrivare negli anni '80 ***dentro*** il territorio di Pramollo e Lanza – circa 200 chilometri quadrati di strati permo-carboniferi deformati da tre differenti spinte compressive alpine e radicati sul loro antico piedistallo di rocce ordoviciano-carbonifere ancor più deformate – è stato

ungefähr so, als wenn man immer schon von Nüssen gehört hat und sie aus Erzählungen kennt, ohne jemals eine echte Nuss zu Gesicht bekommen zu haben; und dann sieht man (endlich) ein Exemplar vor sich … nur dass es leider in den Backen eines Nussknackers völlig zermalmt wurde! Reste der Schalen, Stücke des Kerns. Splitter und Fetzen in bunt gemischter Ansammlung, aus denen die ursprüngliche Form rekonstruiert werden soll. Ein wahres Geologie-*Puzzle*. Und dabei ist nicht gesagt, dass alle Stücke wieder an ihren richtigen Platz gesetzt worden sind … An dieser Stelle möchten wir im Gedenken dem großen Geologen Raimondo Selli danken, sozusagen „Haupterbe" und Fortsetzer des Werks von Michele Gortani in Karnien, der uns mit seiner unverzichtbaren Vorarbeit in diesem Gebiet von unglaublich faszinierenden „Nüssen" erzählt hat.
Das Tal des Rio Bombaso durchquert ein von zahlreichen Störungen zerstückeltes Gebiet, die größer oder kleiner, wichtig oder

come avere sentito parlare di noci da sempre, ma senza mai averne vista una dal vero, e poi (finalmente) imbattersi in un esemplare… completamente maciullato dalla morsa di uno schiaccianoci!

Schegge di guscio, frammenti di gheriglio. Scaglie e brandelli mescolati e confusi assieme, dai quali cercare di ricreare l'originaria forma. Un vero *puzzle* geologico. E non è detto che tutti i pezzi siano stati riposizionati al posto giusto… E qui cogliamo l'occasione per ringraziare, alla memoria, il grande geologo Raimondo Selli, primo erede e continuatore dell'opera di Michele Gortani in Carnia, il quale, con il suo indispensabile preliminare lavoro svolto su queste stesse zone, ci raccontava di noci dal fascino incredibile.

La Valle del Rio Bombaso interseca un territorio frammentato da numerosissime faglie, grandi e piccole, importanti o trascurabili, ma tutte legate da una comune logica. Abbiamo visto che alcune tra queste sono le originarie faglie permo-carbonifere (qui orientate N120°), i cui piani, pressoché verticali *(zone di debolezza)* si sono poi *ri*-attivati, muovendosi orizzontalmente durante le compressioni alpine.

Molte altre faglie, e sono la maggioranza, appaiono completamente nuove, generate esclusivamente dallo *schiaccianoci alpino*. Inoltre, molte tra queste sono rotture prodotte dalla *madre di tutte le spinte*. Quella compressione di età miocenica che qui, nei territori nordorientali, si orientò nord-sud. La medesima spinta, circa tra 15 e 5 milioni di anni fa, trasformò il Friuli centro-settentrionale in una sorta di tetto a tegole embricate, per la maggior parte rampanti verso sud.

Anche nel Pontebbano, e in particolare lungo questo itinerario, si riconoscono le inconfondibili "tegole" alpine. Ma qui rampano in senso opposto, verso nord. Scendendo da Pramollo a Pontebba, la prima "tegola geologica" inizia

unbedeutend sind, denen aber allen eine gemeinsame Logik zugrunde liegt. Wir haben gelernt, dass einige davon die ursprünglichen Perm-Karbon-Störungen (hier in 120°N Richtung) sind, deren fast senkrechte Fallflächen (*Schwächezonen*) später re-aktiviert wurden und sich während der alpidischen Kompressionen horizontal verschoben.

Zahlreiche andere Störungen – und sie bilden den Großteil – erscheinen völlig neu und ausschließlich durch den *alpidischen Nussknacker* entstanden. Außerdem wurden viele dieser Brüche von der *Mutter aller Schubkräfte* hervorgerufen, also jener Kompression, die im Miozän hier in den Gebieten im Nordosten in NS-Richtung verlief. Der gleiche Schub verwandelte vor rund 15-5 Millionen Jahren das Mittel-Nord-Friaul in eine Art Ziegeldach, bei dem die Ziegelstufen überwiegend nach Süden empor klettern.

Auch im Gebiet um Pontebba, insbesondere entlang dieser Route, sind die unverwechselbaren alpidischen „Dachziegel" zu erkennen. Doch hier steigen sie in die andere Richtung, nach Norden an. Von Pramollo hinab nach Pontebba fahrend, beginnt der erste „geologische Ziegel" an den Hängen des Monte Bruca. Er wird von einer großen OW-Störung, die vom Monte Cerchio zum Monte Bruca und zum Monte Pricot verläuft, getragen und verschoben, deren Namen sie auch trägt (*Störung Monti Pricot-Cerchio*).

Kurz vor Pontebba, bei einer unverwechselbaren ösenförmigen Kehre, befindet sich die Schwelle zum nächsten „geologischen Dachziegel". Dieser besteht

83

alle falde del Monte Bruca (**Fig. 82**). La grande faglia che la sorregge e sposta, si sviluppa, con direzione est-ovest, dal Monte Cerchio, al Monte Bruca e al Monte Pricot, dai quali prende il nome *(faglia dei Monti Pricot-Cerchio)*.

Quasi alle porte di Pontebba, circa in corrispondenza di un inconfondibile tornante sagomato ad asola, si attraversa il confine con la successiva "tegola geologica".

È rappresentato dalla nota *faglia Fella-Sava*. Non c'è geologo che si occupi del settore nordorientale d'Italia che non la conosca. Il nome stesso, indirettamente, ne sottolinea l'enorme estensione laterale. Questa faglia riuscì, sempre nel Miocene, a muovere un volume immenso di rocce che, nel proprio trasloco verso settentrione, si inerpicò, sollevandosi di un paio di chilometri.

Molto più a nord, in corrispondenza dell'attuale Valle del Fiume Gail (**Fig. 84**), l'omonima colossale faglia crostale che ancor oggi ne percorre il solco, durante il Miocene formava una sorta di profondo muro pressoché verticale. L'intero territorio (con il suo immenso volume roccioso) compreso e compresso tra le due grandi faglie (*Fella-Sava* e *Gailtal*) si comportò come… una noce nei suoi ultimi istanti di vita!

Anche la "lettura" del *"passato prossimo"* dei territori percorsi da questo itinerario si rivela interessante, completandone l'analisi speditiva. I più antichi indizi ci narrano che, alcune centinaia di migliaia di anni fa, le acque dell'alta Valle del Rio Bombaso appartenevano al Mar Nero. In altre parole, il suo fondovalle correva a quote molto superiori alle attuali e le sue acque scorrevano verso il Passo di Pramollo da dove poi scivolavano verso nord, confluendo nel Fiume Gail di allora e da lì, con quasi 2.000 chilometri di tragitto, giungevano al Mar Nero. Questa situazione, in tempi pressoché equivalenti, era simile a quella che regolava i

aus der bekannten *Fella-Sava-Störung* und es gibt keinen Geologen, der sich mit dem nordöstlichen Sektor Italiens beschäftigt und sie nicht kennt. Ihr Name selbst unterstreicht indirekt die enorme seitliche Ausdehnung. Diese Störung war in der Lage, im Miozän eine immense Gesteinsmasse zu bewegen, die bei ihrer nördlichen Verschiebung nach oben kletterte und sich um einige Kilometer erhob.
Viel weiter nördlich, im heutigen Gailtal (Tf. 84), bildete die noch heute im Graben verlaufende gleichnamige Krustenstörung im Miozän eine Art tiefe Mauer, die fast senkrecht war. Das gesamte Gebiet (mit seiner immensen Gesteinsmasse), das sich zwischen den beiden großen Störungen (*Fella-Sava* und *Gailtal*) befand und komprimiert wurde verhielt sich wie … wie eine Nuss in den letzten Momenten ihres Lebens!
Auch die „Deutung" der *„näheren Vergangenheit"* der Gebiete, durch die diese Route führt, ist interessant und vervollständigt die Kurzanalyse. Die ältesten Hinweise erzählen uns, dass vor einigen Hundertausend Jahren das Wasser aus dem Oberlauf des Rio Bombaso ins Schwarze Meer entwässerte. Anders ausgedrückt, dessen Talsohle war sehr viel höher gelegen als heute, und sein Wasser floss zum Nassfeldpass, von dort nach Norden in die Gail, und dann nach fast 2.000 km schließlich ins Schwarze Meer. Eine ähnliche Situation lag fast zeitgleich bei den Abflüssen aus dem Oberlauf des Wildbachs But vor. Im Falle des Rio Bombaso-Tals war eine Felswand verantwortlich, die damals noch vom Rosskofel-Monte Malvueric zum Monte Bruca verlief. Ihr Einsturz setzte die folgende *Flussanzapfung* in Gang, die eine intensive Erosion dieses letzten Talsegments begünstigte und die dadurch bedingte Umkehr des Wasserabflusses vom Schwarzen Meer zur Adria. Dies geschah vermutlich vor rund 300.000 Jahren (S. 30).
Anschließend waren es die letzten verbliebenen Gletscher des Sektors, die ihrer Nachwelt (uns!) ihren kurzen, letzten Auftritt am Fuße des steilen Felsbollwerks der Berge Rosskofel – Monte Malvueric überlieferten, wo sich die Quelle des Rio Bombaso-Tals befindet. Die Beweisspur wurde vor rund 15.000 Jahren auf dem Gebiet hinterlassen und besteht aus Moränengebilden, die sowohl frontaler (wo die Gletscherzunge mit ihrer vordersten Spitze zum Stehen kam) als auch lateraler (auf der Seite derselben Gletscherzunge) Natur sind.
Diese Ablagerungen sind heute buchstäblich übersät mit zahlreichen Schutthalden an der Basis der steilen Felswände. Schutthalden, die heute fast kontinuierlich durch Einstürze und wiederholtes Abbrechen von Blöcken und Felsstücken weiter gespeist werden. Vor wenigen Jahren hatten wir das Glück, einen der jüngsten Einstürze (eine 40 m hohe Felsverschneidung, die als Ganzes über 1000 m in die Tiefe stürzte) „live" mitzuerleben.
Ja, Glück, denn wir konnten das Naturspektakel mit dem ohrenbetäubenden Getöse der einstürzenden und im Fall zerberstenden Felsen aus bequemer und vor allem sicherer Entfernung von der Anhöhe der Auernig-Hütte aus bewundern.

84_*Lungo la Valle del fiume Gail passa un'importante linea tettonica*

deflussi dell'alta Valle del Torrente Bût (v. pag. 65). Nel caso della Valle del Rio Bombaso, la ragione era un diaframma roccioso che a quei tempi ancora univa i Monti Cavallo-Malvueric al Monte Bruca. Il suo crollo avviò la conseguente ***cattura fluviale*** che favorì un intensa erosione in questo estremo segmento vallivo e la conseguente inversione dei drenaggi dal Mar Nero verso il Mare Adriatico. Tutto accadde probabilmente intorno a 300.000 anni or sono (v. pag. 30).

In seguito, furono gli ultimi ghiacciai del settore a tramandare ai posteri (noi!) il loro breve, ultimo stazionamento, avvenuto ai piedi del ripido baluardo roccioso dei Monti Cavallo-Malvueric, dove la Valle del Rio Bombaso ha le proprie sorgenti. La testimonianza, abbandonata sul territorio circa 15.000 anni fa, è data da ingenti apparati morenici, sia frontali (dove la lingua glaciale stazionava con la sua parte più avanzata), sia laterali (sul fianco della medesima lingua glaciale).

Tali depositi oggi sono letteralmente assediati dalle numerose falde di detrito che costellano la base delle ripide pareti rocciose. Falde detritiche che, in modo quasi continuo, sono alimentate da crolli e stillicidi di blocchi e frammenti di roccia. Ad uno dei recenti crolli (un intero diedro di roccia alto una quarantina di metri che ha compiuto un salto di oltre mille metri) abbiamo avuto la fortuna di assistere pochi anni fa.

Fortuna sì, dato che lo spettacolo, accompagnato dal sordo crepitio delle rocce che si infrangevano e frantumavano durante la rovinosa caduta, l'abbiamo ammirato dal comodo e soprattutto sicuro ripiano di Casera Auernig.

86

87

85_*precede: Il Lago di Volaia e il Costone Lambertenghi*

86_*L'area della Creta delle Chianevate e della Chialderate, nel Massiccio del Monte Coglians*

87_*L'area di Monumenz con i noti affioramenti calcarei modellati dal carsismo superficiale*

88_*Il Massiccio del Monte Coglians visto da Sud*

KAMMBEREICH WOLAYER PASS – PLÖCKENPASS

Diese Route verläuft größtenteils auf italienischer Seite entlang der Staatsgrenze Italien-Österreichs. Sie durchquert eine sehr alte Gesteinsabfolge aus dem Paläozoikum (Ordovizium-Karbon), die von der *variskischen Orogenese* in große Falten auf Höhe der einzelnen Berge deformiert wurde. Jede Falte überlagerte die vorhergehende und bewegte sich bzw. gleitete über die variskische Störungsfläche. Alle überquerten Gesteine bestehen aus Meeressedimenten, mit nur einigen ebenfalls untermeerischen Lavenhorizonten (begrenzt auf das Karbon).
So wie das Gebiet von Pramollo-Nassfeld in ganz Europa wegen seiner Perm-Karbon-Abfolgen zu einem Begriff wurde, verdankt der von dieser Route durchquerte Sektor seine Bekanntheit dem Gestein aus dem Devon.
Das Beobachtungsgebiet profitiert von zwei strategisch günstig gelegenen Rast- und Übernachtungsgelegenheiten: der Lambertenghi-Hütte am Wolayer Pass und der Marinelli-Hütte an den Südhängen der Hohen Warte (Tf. 85).
Am Lambertenghi-Grat in der Nähe der Lambertenghi-Hütte (Tf. 86) kann man das älteste Sedimentgestein der gesamten Abfolge (oberes Ordovizium) und der ganzen italienischen Halbinsel, einschließlich der Alpen, erkennen.
Beim Übergang ins Devon-Gestein häufen sich die typischen Lagen aus dem Ordovizium-Silur mit einem Paket aus jüngeren Lagen aus dem Karbon auf.
Überquert man den Wolayer Pass und nähert sich von österreichischer Seite her dem steilen Nordhang der Hohen Warte, so kann man das Devon-Gestein in seinem ganzen Ausmaß bewundern. Die steile Nordwand der Hohen Warte (mit 2780 m der höchste Berg der Karnischen Alpen) ist ein tiefer natürlicher Einschnitt in das zwischentropische Riff aus dem Erdaltertum (mittleres Devon).
Darunter, d.h. am Fuß dieser Kalkwand sind die Lagen aus dem unteren Devon aufgeschlossen, die ein perfekt erhaltenes, nur wenige Meter großes Mikro-Riff enthalten. Dieses Riff ist eine Miniatur von dem, das sich einige Millionen Jahre später (im mittleren Devon) zum größten und mächtigsten Kalkriff des europäischen Paläozoikums entwickelte.
Das antike Riff bietet heute mit seinen steilen Felserhebungen Biegengebirge, Hohe Warte und Kellerspitzen verschiedene „neue Erlebnisse“: der Geologe/Forscher findet hier das Flair vergangener Zeiten; der Fossiliensucher kann

88

FASCIA DI CRINALE PASSO VOLAIA – PASSO DI MONTE CROCE CARNICO

Questo itinerario, sviluppato prevalentemente in territorio italiano, si svolge lungo la fascia di confine italo-austriaco. Attraversa una successione rocciosa paleozoica molto antica (Ordoviciano-Carbonifero) che l'***orogenesi ercinica*** ha poi deformato in grandi pieghe, sviluppate alla scala delle singole montagne. Ogni piega si è accavallata su quella antistante, muovendosi e traslando sopra una superficie di faglia di età ercinica. Le rocce che si attraversano sono tutte sedimentarie marine con, limitatamente al Carbonifero, alcuni orizzonti lavici, anch'essi sottomarini.

Come l'area di Pramollo-Nassfeld è diventata un punto di riferimento europeo per le successioni di età permo-carbonifera, così il settore attraversato da questo itinerario lo è diventato per le rocce devoniane. L'area di osservazione beneficia di due punti di sosta e pernottamento, collocati entrambi in posizione strategica. Sono, rispettivamente, il Rifugio Lambertenghi, al Passo Volaia, e il Rifugio Marinelli, alle falde meridionali del Monte Coglians (**Fig. 85**).

Nei pressi del primo è possibile individuare (Costone Lambertenghi, **Fig. 86**) le rocce sedimentarie più antiche dell'intera successione (Ordoviciano superiore) e dell'intera penisola italiana, Alpi comprese. I caratteristici strati ordoviciano-siluriani, passanti alle rocce del Devoniano, si affastellano con un pacco di strati più recente, di età carbonifera.

Valicando il Passo Volaia, e rasentando il ripido versante settentrionale del Monte Coglians dal territorio austriaco, si potrà ammirare per intero lo sviluppo delle rocce devoniane. La ripida parete nord del Monte Coglians, che con i suoi 2780 m è il più alto rilievo delle Alpi Carniche, costituisce un profondo taglio naturale nell'antica scogliera intertropicale paleozoica (Devoniano medio).

Inferiormente ad essa, alla base della stessa grande parete calcarea, affiorano gli strati del Devoniano inferiore con, al loro interno, perfettamente conservata, una micro-scogliera,

89_*La ripida parete del Cellon (Creta di Collinetta), modellata nella classica successione stratificata di stati che, senza interruzioni, rappresentano il Paleozoico dall'Ordoviciano superiore al Devoniano sommitale*

ampia al massimo alcuni metri. Miniatura di quanto di lì a qualche milione di anni (Devoniano medio) avrebbe dato forma alla più estesa e spessa scogliera paleozoica d'Europa.

Un'antica scogliera capace oggi di mostrarsi nella sua nuova, rinnovata veste: quella di un insieme di scoscesi rilievi rocciosi: Monti di Volaia, Monte Coglians (Fig. 88), Creta della Chianevate, che sanno riservare al geologo ricercatore il sapore dolce del tempo che fu, al cercatore di fossili il richiamo intrigante della ricerca appassionata, all'escursionista interessato l'intimo contatto con la scoperta del territorio, allo scalatore esperto la sfida e la complicità con l'essenza stessa della montagna.

Per ripercorrere quei lunghi istanti (25 milioni di anni!) capaci di produrre la grande scogliera delle Alpi Carniche è utile spostare il campo base al Rifugio Marinelli.

es nicht erwarten, mit der Suche zu beginnen; der interessierte Wanderer entdeckt das Gebiet hautnah und der erfahrene Kletterer spürt die Herausforderung und Verbundenheit mit dem Gestein selbst (Tf. 88).
Wir verlegen unser Basiscamp zur Marinelli-Hütte; hier ist der beste Platz, um die lange Zeitspanne (25 Millionen Jahre!) noch einmal zu durchlaufen, die für die Entstehung des großen Riffs der Karnischen Alpen erforderlich war. Das *Ziel Riff* erreicht man über die Felssprünge (leicht zugänglich) bei Chialderate, oder über einen steilen, nicht zu schwierigen Aufstieg zur Hohen Warte. In beiden Fällen bewegt man sich noch heute auf den seichten Meeresböden von einst, die von unzähligen riffbildenden Organismen belebt waren.

L'*obiettivo scogliera* potrà essere raggiunto percorrendo le balze rocciose (accessibili con facilità) della località Chialderate, oppure salendo, con ripido ma non difficile sentiero, in cima al Monte Coglians. In entrambi i casi è possibile ancor oggi camminare sui bassi fondali del tempo, ricchi di organismi costruttori in grado di farsi roccia.

Inoltre, se volete risalire il tempo geologico alla velocità del vostro passo di montagna, vi consigliamo, una volta raggiunta la sommità del Monte Coglians – ricca di stromatoporoidi ancora in posizione vitale (antiche spugne globose calcaree dal diametro che poteva raggiungere i 2 metri) – di ripercorrere in discesa il medesimo sentiero. Superata la Forcella Monumenz e il Pic Chiadin, raggiungete il Rifugio Marinelli. Da lì proseguite, mantenendo la direzione sud, fino al Monte Crostis.

Nella vostra discesa attraverserete la scogliera calcarea devoniana (versante meridionale del Monte Coglians), vivrete il suo rapido "annegamento" e scomparsa (Forcella Monumenz) e, con un mare che diventava sempre più profondo, camminerete sulle abbondanti sabbie scure stratificate e fanghiglie silicee del Carbonifero (oggi rispettivamente arenarie e peliti) che, una volta sprofondata, l'hanno rivestita come un sarcofago e poi seppellita (Pic Chiadin, Rifugio Marinelli).

Proseguendo e continuando a risalire il tempo geologico, alle arenarie e peliti scure carbonifere cominceranno ad intercalarsi pacchi di argilliti color rosso vinaceo, anticipatori di quegli influssi vulcanici che al Monte Crostis vi riserveranno le prime,

Allen, die im Wandertempo die geologische Zeitleiter erklimmen möchten, empfehlen wir nach dem Erreichen der Hohen Warte – reich an Stromatoporen (eine ausgestorbene Tiergruppe der Schwämme, deren Durchmesser bis zu 2 m erreichen konnte), die sich noch an ihrem Lebensstandort befinden - auf dem gleichen Weg wieder abzusteigen.
Über die Monumenz-Scharte und den Pic Chiadin gelangt man zur Marinelli-Hütte. Von dort aus geht der Weg weiter Richtung Süden bis zum Monte Crostis.
Beim Abstieg durchqueren Sie das Kalkriff aus dem Devon (Südhang der Hohen Warte), durchleben ihr schnelles „Ertrinken" und Verschwinden (Monumenz-Scharte) und mit steigender Meerestiefe laufen Sie auf großen dunklen Sandschichten und Kieselschlämmen aus dem Karbon (heute Sandstein und Pelite), die das Riff nach seinem Versinken wie einen Sarkophag bedeckten und schließlich begruben (Pic Chiadin, Marinelli-Hütte).
Wir gehen weiter und auf der geologischen Zeitreise beginnen sich weinrote Tonschiefer-Pakete zwischen die Sandsteine und dunklen Pelite aus dem Karbon einzuschieben; sie sind Vorboten der vulkanischen Einflüsse, von denen Sie am Monte Crostis erste, noch kleine Einschiebungen sehen konnten. Auf einem kleinen Umweg nach Osten Richtung Cimon di Crasulina können Sie die Gelegenheit beim Schopfe packen, und eine wunderschöne Ansammlung basischen Vulkangesteins, einschließlich der besonderen metrischen Kissen (*Pillowlava*) überqueren.
Auf diesem besonderen Routenabschnitt enthalten nicht nur die Devonkalke und die darunter liegenden Schichten aus dem Silur und dem Ordovizium zahlreiche Fossilien; auch der Quarzsand (heute Sandstein) und die assoziierten Lehm- und Schlammschichten (heute Pelite) des anschließenden Karbon-Systems stehen ihnen in Nichts nach.
Fast überall in den Karnischen Alpen enthält diese Art von Karbon-Gestein überhaupt keine fossilen Reste.
Doch entgegen aller Erwartungen stößt man auf dem Weg von der Monumenz-Scharte hinunter zur Marinelli-Hütte auf verschiedene dunkle Quarzschichten-Pakete mit zahlreichen Pflanzenresten. Es handelt sich um Pflanzenteile aus dem

90

90_*Il vallone de La Chianevate, forgiato dai ghiacciai e rivestito alla sua base dai frammenti calcarei che incessantemente si staccano dalle pareti rocciose devoniane, scoscese e fratturate*

91_*I calcari devoniani della Catena Paleocarnica sono sede di interessanti fenomeni carsici, con presenza anche interessanti mineralizzazioni con cristalli di calcite*

ancora modeste, intercalazioni di lave sottomarine. Deviando poi a est, verso il Cimon di Crasulina, potreste cogliere l'opportunità di attraversare un vero trionfo di rocce vulcaniche basiche, comprese quelle con le caratteristici "cuscini" metrici *(pillow lava)*.

Lungo questo particolare itinerario non sono solo i calcari devoniani e i sottostanti strati siluriani e ordoviciani ad essere ricchi in fossili. Anche le sabbie quarzose (oggi arenarie) e i fanghi ad esse associati (oggi peliti), del successivo periodo Carbonifero, non sono da meno. Quasi ovunque, lungo le Alpi Carniche, le rocce carbonifere di questo tipo si presentano completamente prive di resti fossili.

Invece, contrariamente ad ogni aspettativa, lungo il tragitto che da Forcella Monumenz scende al Rifugio Marinelli, vari pacchi di strati quarzosi scuri sono ricchi in resti vegetali. Si tratta di frammenti di piante carbonifere ancora primitive rispetto alle successive generazioni permo-carbonifere (v. pag. 101). Piante che, strappate a piccole zone deltizie, finivano in profondità assieme ai flussi sabbiosi che

Karbon, die verglichen mit den nachfolgenden Generationen im Perm-Karbon (S. 101) noch recht primitiv waren. Diese Pflanzen wurden vermutlich aus kleinen Flussdeltazonen gerissen und gelangten mit Sandströmen, die über die steilen untermeerischen Klippen streichen, in die Tiefe.
Die Route endet am Plöckenpass und nun sollte man sich auf die österreichische Seite begeben. Knapp hinter der ehemaligen Grenze führt ein schräg ansteigender Weg entlang der Nordwand der zur Hohen Warte führenden Erhebungen zum Nordhang des Frischenkofels. An dieser berühmten Wand kann die Überlagerung der Schichtpakete aus dem Ordovizium, dem Silur und dem Devon in ihrer Sukzession bewundert werden. Über den steilen Einschnitt eines meist trockenen Bachlaufs kann man der Sukzession nach oben folgen und hat so Gelegenheit, die lange Evolutionsgeschichte der Karnischen Alpen wieder von vorne zu beginnen (S. 15).
Erzählt man vom antiken paläozoischen Gestein Karniens, so muss man jedes Mal – Sie haben es sicherlich bemerkt – auch von den starken Deformationen sprechen, die vor rund 320 Millionen Jahren von den Kompressionskräften der *variskischen Orogenese* verursacht wurden. Am häufigsten und am besten erkennbar sind Deformationen aus mehreren großen, wiederholten Faltungen, die über 1 km hoch und im Maßstab der karnischen Berge selbst entstanden. Aufgrund ihrer Form haben wir sie zuvor mit „Zugbrücken" (S. 69) verglichen. Allen Geologiekundigen sei gesagt, dass der korrekte Fachbegriff *Antiform* (Sonderform der

91

Antiklinale, einer durch Faltung erzeugten Aufwölbung geschichteter Gesteine) lautet. Der erste Streckenabschnitt dieser Route verläuft entlang einer der großen variskischen Antiformen; der zweite (Kollinkofel-Plöckenpass) innerhalb einer anderen großen Falte, die sich auf die vorhergehende geschoben hat.
Natürlich waren die antiken Falten später der vollen Kraft der Schubkräfte der *alpidischen Orogenese* ausgesetzt und so sind die von uns heute beobachteten „Informationen" schlechter lesbar als einst. Das gesamte Bergmassiv Hohe Warte – Kellerspitzen – Kollinkofel – Grüne Schneide bildet also eine erste große Falte, auf die – wie beim Huckepack-Spiel unter Giganten! – die zweite große variskische Falte geklettert ist und auf der sie noch immer aufliegt.
Diese zweite Falte umfasst die die Erhebungen Frischenkofel – Kleiner Pal – Freikofel – Großer Pal – Hocheck – Blaustein (S. 69). Die Kontaktfläche zwischen den beiden Falten ist – wer hätte es gedacht! – die Oberfläche einer variskischen Falte (Überlagerung); sie entstand, als die letzte Faltung langsam Form annahm, sich nach Süden schob und dabei die vorhergehende Falte überlagerte.
Betrachten wir nun die *„nähere Vergangenheit"* der durchwanderten Gebiete auf dieser Route, so stellen wir fest, dass sie im Vergleich zu den anderen nur wenige interessante Motive bietet, die jedoch wirklich lohnenswert sind! Sie sind in einem kleinen Sektor verteilt, über dem das beeindruckende Felsmassiv der steil abfallenden und zerklüfteten Kellerspitzen „Wache hält".

scivolavano lungo ripide scarpate sottomarine. Al Passo di Monte Croce Carnico, zona di conclusione dell'itinerario, è utile riportarsi sul lato austriaco. Da lì, appena oltre il valico, un sentiero sale obliquamente, costeggiando la parete nord dei rilievi che portano verso il Monte Coglians, giungendo sul versante settentrionale della Creta di Collinetta (Cellon, Fig. 89). È proprio lungo questa famosa parete che si può ammirare in successione la sovrapposizione dei pacchi di strati ordoviciani, siluriani e devoniani.

La risalita lungo la successione è favorita da un ripido solco di un esiguo rio, quasi sempre privo di acque. La sua incisione dà nuovamente l'opportunità di riprendere dall'inizio (v. pag. 15) la lunga storia evolutiva delle Alpi Carniche.

Raccontando delle antiche rocce paleozoiche della Carnia, occorre ogni volta parlare – ve ne sarete accorti – anche delle intense deformazioni causate, circa 320 milioni di anni fa, dalle compressioni dell'***orogenesi ercinica***. Tra i vari tipi di deformazione, il più diffuso e riconoscibile è un insieme di grandi pieghe ripetute, alte più di un chilometro e sviluppate alla scala delle stesse montagne carniche.

Per la loro forma le abbiamo definite "a ponte levatoio" (v. pag. 69). Per chi macina un po' di geologia, il termine corretto è pieghe antiformi (varietà particolare delle pieghe anticlinali). La prima parte del tragitto di questo itinerario si svolge lungo il fianco meridionale di una delle grandi pieghe antiformi erciniche; la seconda parte (Creta di Collinetta-Passo di Monte Croce Carnico) all'interno di un'altra grande piega, accavallatasi sulla precedente.

Indispensabile aggiungere che le antiche pieghe hanno poi dovuto fare i conti con le spinte dell'***orogenesi alpina*** e, di conseguenza, quanto noi oggi osserviamo è diventato meno leggibile di un tempo. L'intero massiccio Monte Coglians-Creta delle Chianevate-Creta di Collina-Cresta Verde formerebbe dunque una prima grande piega sulla quale è salita e tuttora si appoggia – come in una sorta di gioco della cavallina tra giganti! – la seconda grande piega

92_*La possente morena laterale presente all'imbocco della Chianevate e risalente a 13.000 anni fa*

ercinica. Quest'ultima comprende i rilievi Creta di Collinetta-Pal Piccolo-Cuelat (Freikofel)-Pal Grande-Pizzo di Timau-Cima Avostanis (v. pag. 69). Il contatto tra le due pieghe, neanche a dirlo, è una superficie di faglia ercinica (accavallamento) che si è sviluppata mentre l'ultima piega via via prendeva forma e traslava verso sud, accavallandosi sulla precedente.

Passando ora alla lettura del *"passato prossimo"* dei territori percorsi da questo itinerario ci accorgiamo che, rispetto ai precedenti, offre limitati motivi di interesse. Quei pochi però sono veramente degni di nota. Le evidenze si distribuiscono in un settore circoscritto, sorvegliato a vista dall'imponente mole rocciosa della Creta delle Chianevate, strapiombante e fratturata.

Il primo gioiello è proprio l'omonimo profondo solco (La Chianevate o Vallone de La Chianevate, **Fig. 90**), lungo un chilometro e largo mezzo, ripetutamente sagomato dai transiti glaciali. Le sue ripide pareti rocciose, completamente prive di vegetazione, delimitano questa sorta di girone infernale sovrastandone il fondo che corre fino a 500 metri più in basso rispetto al crinale più elevato. Le parti inferiori del solco sono quasi completamente rivestite di detriti di falda che, dopo l'ultimo ritiro glaciale – circa 13.000 anni fa – si sono appropriati della zona. Il solco glaciale si chiude a conca verso ovest, delimitato costantemente da pareti in roccia esposta. Sul suo fondo, in una delle poche plaghe rocciose non rivestite da detriti, si apre l'Abisso Marinelli, cavità naturale profonda circa 150 metri, tra le più note e frequentate del settore nordorientale.

La zona offre altre spettacolari evidenze di carsismo, con forme superficiali apprezzabili anche da chi non è speleologo. Sono le morfologie da corrosione-dissoluzione chimica visibili

lungo le balze rocciose della località Chialderate, e quelle, molto particolari, che si possono osservare e percorrere appena a monte della Casera Monumenz, a un chilometro in direzione sudest dalla Chialderate. Un'ulteriore evidenza, riconducibile ad un carsismo ipogeo (sotterraneo) è data dall'Acquanera, una dolina-inghiottitoio che drena e convoglia in profondità le acque che si raccolgono alla base della Chialderate.

Anche l'ultima evidenza relativa al *"passato prossimo"* di questo territorio è collocata a ridosso della Chialderate, più precisamente tra la sommità di quest'ultima e l'imbocco della gola rocciosa de La Chianevate. Si tratta di due accumuli morenici (**Fig. 92**), vestigia degli ultimi transiti glaciali che, prima di abbandonare definitivamente la gola, hanno voluto lasciare, indelebili, i propri segni, anch'essi destinati ad attraversare il tempo. Solo una prossima, eventuale, nuova glaciazione, avrebbe la forza di distruggerli, asportandoli. Per ora i resti morenici restano sotto forma di un accumulo frontale e di uno laterale. Quest'ultimo, con i suoi 300 metri di estensione e 50 di altezza, è davvero spettacolare. Insieme sottolineano l'antica presenza di una piccola, estrema lingua glaciale che, 15.000 anni fa, dopo aver raggiunto la periferia di Timau, prima si è ridimensionata, arroccandosi all'imbocco de La Chianevate come un cane da guardia che vigilava sulla sottostante Valle del Torrente Bût, e poi è scomparsa, intorno a 13.000 anni fa, per l'aumento repentino della temperatura.

Das erste Juwel ist der gleichnamige tiefe Graben (Großes Kellerspitzen-Tal, Tf. 90) von 1 km Länge und 0,5 km Breite, der wiederholt von Gletscherpassagen geformt wurde. Seine steilen und völlig vegetationslosen Felswände überragen die Grabensohle in den höchsten Gratbereichen um bis zu 500 m. Die unteren Bereiche des Grabens sind fast völlig vom Hangschutt bedeckt, der nach dem letzten Gletscherrückzug vor rund 13.000 Jahren diese Zone „für sich beanspruchte".

Der Gletschergraben endet im Westen in einer Senke und wird konstant von freiliegenden Felswänden begrenzt. In einem der wenigen, nicht mit Schutt bedeckten Felsgebiete in seiner Sohle öffnet sich der sog. Marinelli-Schlund, eine 150 m tiefe Naturhöhle, die zu den bekanntesten und meistbesuchten Höhlen im Nordosten zählt.

Die Gegend bietet noch andere Karsterscheinungen, zu denen auch Oberflächenformen zählen, die nicht nur Höhlenforscher in Begeisterung versetzen. Es handelt sich um Geländeformen die durch Lösungs- und Kohlensäureverwitterung an den Felssprüngen von Chialderate sichtbar sind; sehr besondere andere Formen sind knapp oberhalb der Monumenz-Hütte zu erkennen und durchqueren, die nur einen Kilometer südöstlich von Chialderate liegt. Ein weiteres Anzeichen für unterirdische Karstformen liefert die sog. Acquanera (Schwarzwasser), eine Schluckloch-Doline, die das Wasser, das sich oberflächlich am Grund von Chialderate ansammelt, in die Tiefe leitet.

Auch das letzte Element der *„näheren Vergangenheit"* dieser Gegend befindet sich in der Nähe von Chialderate, genauer gesagt zwischen deren Gipfel und dem Rand der Felsschlucht der Kellerspitzen. Es handelt sich um zwei Moränenhügel, Überbleibsel der letzten Gletscherbewegungen, die vor ihrem endgültigen Rückzug aus der Schlucht ihre unauslöschlichen Spuren hinterließen, die bis heute die Zeit überdauert haben (Tf. 92). Nur eine eventuelle nächste Eiszeit hätte die Kraft, diese Spuren mitzureißen und für immer auszulöschen.

Im Moment bleiben die Moränenreste jedoch hier, in Form eines frontalen und eines lateralen Hügels Der letztgenannte ist mit einer Breite von 300 m und einer Höhe von 50 m wirklich eindrucksvoll. Beide zusammen sind der Beweis für die antike Präsenz einer kleinen, äußersten Gletscherzunge; als diese vor 15.000 Jahren den Ortsrand von Timau erreichte, wurde sie zuerst kleiner und zog sich am Eingang zu Chianevate zurück, genau wie ein Wachhund, der über das darunter liegende But-Tal wachte; vor rund 13.000 Jahren verschwand sie schließlich aufgrund des Temperaturanstieg ganz.

93

93_ *Torrione Comici e Cime Fantuline alla testata della Val di Suola, costituite da livelli di Dolomia Principale*

97_ *a seguire: Il Col Gentile con una meravigliosa esposizione dei depositi del Triassico inferiore*

DAS OBERE TAGLIAMENTO-TAL

Eine Fahrt durch das Tagliamento-Tal bedeutet nicht nur, zum Ursprung des wichtigsten Flusses der Region Friaul zu reisen, der als einer der wenigen in Europa noch bedeutende natürlich belassene Abschnitte besitzt; es bedeutet vielmehr auch die Begegnung mit Tälern, die in verschiedenen Momenten der Trias eingegraben wurden, aus der ein Großteil der Ablagerungen auf karnischem Gebiet stammen. Hinzu kommt die Möglichkeit, die „Ausschweifungen" des Flusses zu erkennen, der im Laufe der letzten Jahrmillionen mehrmals seinen Lauf geändert hat!

Der südliche Talhang besteht fast ausschließlich aus Ablagerungen aus der oberen Trias; man findet zwei unterschiedliche Gesteinsarten, die zwar aus demselben Zeitintervall stammen, deren Ablagerungsorte jedoch verschieden waren und aneinander grenzten: zum einen handelt es sich um eine flache Küstengegend, bisweilen auch Lagune, ähnlich dem Ökosystem der derzeitigen Bahamas-Inseln, wo sich der Hauptdolomit (Tf. 93) bildet. Das andere Ambiente ist ein tieferes Becken mit

L’ALTA VALLE DEL TAGLIAMENTO

Percorrere l’alta valle del Tagliamento significa viaggiare non solo alle origini del più importante fiume friulano, uno dei pochi in Europa con ancora significativi tratti di naturalità, ma anche incontrare vallate incise nei diversi termini del Triassico, periodo i cui depositi costituiscono gran parte del territorio carnico. A ciò si aggiunge la possibilità di riconoscere le “divagazioni” che lo stesso Tagliamento ha compiuto modificando più volte il suo percorso nell’ultimo milione di anni!

Il versante meridionale della valle è costituito per la quasi totalità dai depositi del Triassico superiore raggruppabili in due grandi unità rocciose che si sono depositate nello stesso intervallo di tempo, in ambienti diversi ma contigui: un territorio basso costiero, a volte anche lagunare, simile a quello che caratterizza le attuali isole Bahamas ove si formano le rocce della Dolomia Principale (**Fig. 93**), ed un bacino più profondo ma con scarso ricambio d’acqua, ove si formano le rocce della Dolomia di Formi.

Ambedue queste unità sono ben note per le loro caratteristiche. La Dolomia Principale classicamente chiara, dal comportamento rigido favorisce la formazione di un paesaggio ben noto, quello dolomitico con pareti verticali, guglie, torrioni, estesi depositi sciolti che interessano le zone più fratturate o modellate dai ghiacciai quaternari.

Ma non solo: nei livelli della Dolomia Principale si celano le tracce dei grandi dominatori del Mesozoico, i dinosauri, che hanno lasciato su questi sedimenti, poi divenuti roccia, le loro piste (e anche una grande curiosità ai geologi: dov’erano le terre emerse evidentemente non piccole, che dovevano ospitare questi enormi vertebrati?)

Le pareti strapiombanti dei Monfalconi di Forni mostrano in maniera mirabile il passaggio laterale fra questi depositi di basso fondale a quelli più marcatamente marini della Dolomia di Forni, illustrando, quasi in un “fermo immagine”, le caratteristiche del passaggio fra la piattaforma carbonatica della Dolomia Principale, i

94

95

96

94_*Un blocco con più esemplari di* Proarcestes, *un ammonoide del Ladinico di Clap di Val (Forni di Sotto)*

95_*Un esemplare di* Anolcites julium, *un ammonoide del Ladinico di Clap di Val (Forni di Sotto)*

96_*Il gambero* Dusa *è la specie fossile più diffusa nei livelli del Norico della Valle del Rio Seazza (Preone)*

98_*La parte sommitale del massiccio del Monte Verzegnis è costituita da calcari rossi del Giurassico, utilizzati come pietra ornamentale*

depositi del suo margine, il pendìo con i suoi livelli detritici, sino a giungere ai sedimenti del fondo del bacino.

In questo bacino si depositava, come detto, la Dolomia di Forni, ma la ragione per cui questa formazione e il paese di Preone (dove essa affiora estesamente), sono noti a livello mondiale è la sua ricchezza di fossili, in particolare la presenza dei più antichi "rettili volanti" conosciuti al mondo, ma anche di numerosi resti di organismi che raramente si conservano allo stato fossile come i crostacei. Il "record fossile" di Preone e dei suoi dintorni comprende soprattutto rettili (sia volanti che terrestri), pesci, crostacei e vegetali: un'associazione che per varietà e significato è fra le più importanti del mondo (**Fig. 97**).

Il versante nord della valle ci riserva anch'esso numerose sorprese: scendendo da Forni di Sopra si incontra il massiccio del Monte Bivera che separa la Val Tagliamento dalla Conca di Sauris: la successione è costituita da sedimenti

geringem Wasseraustausch, wo sich der Forni-Dolomit bildet. Beide Gesteinseinheiten sind aufgrund ihrer Merkmale gut bekannt. Der Hauptdolomit ist gewöhnlich hell und sein starres Verhalten führt zu den bekannten Landschaftsbildern der Dolomiten, mit senkrecht abfallenden Steilwänden, Felstürmen und Nadeln, sowie ausgedehnten Lockerablagerungen in den stärker von den Quartär-Gletscher zerklüfteten und geformten Zonen.
Doch nicht nur das: in den Lagen des Hauptdolomits verbergen sich Spuren der großen Beherrscher des Mesozoikums, der Dinosaurier, die auf diesen – später zu Stein gewordenen – Sedimenten ihre Fußabdrücke hinterlassen haben (und den Geologen großes Kopfzerbrechen bereiten, denn wo war das offensichtlich keineswegs kleine Festland, auf dem diese enormen Wirbeltiere leben konnten?).
Die steil abfallenden Wände der Monfalconi di Forni zeigen wunderbar

che vanno, in continuità, dal Triassico inferiore a quello medio, con continue variazioni nelle caratteristiche degli ambienti di 250-220 milioni di anni fa e quindi nelle rocce che in essi si sono formate.

L'esposizione delle rocce è spesso spettacolare e le variazioni cromatiche facilitano la distinzione fra le varie formazioni.

Le rocce del Triassico medio, in particolare quelle del Ladinico, conservano interessanti testimonianze della vita del passato ed in particolare delle ben note "Ammoniti", molluschi caratterizzati dalla conchiglia avvolta a spirale, e quelle conservate al Clap di Val, poco a Nord di Forni di Sotto sono particolarmente interessanti sia per il loro valore estetico sia per il significato stratigrafico (**Figg. 94, 95**). Grazie alla loro rapida evoluzione ci aiutano a distinguere l'età delle rocce e a disegnare intervalli di tempo anche dell'ordine del solo mezzo milione di anni: un battere di ciglia per i geologi!

Sempre durante il Triassico medio si sviluppano, nel territorio dell'attuale Carnia, alcuni apparati vulcanici sottomarini le cui effusioni sono oggi testimoniate da rocce di colore verde scuro che affiorano, ad esempio, lungo la Valle del Lumiei fra Ampezzo e Sauris.

Si giunge quindi alla fine della vallata che si apre, all'altezza di Tolmezzo con due imponenti baluardi a segnarne il percorso; il Monte Amariana, che separa il bacino del Tagliamento da quello del Fella, ed il massiccio del Verzegnis, "spigolo" orientale delle Prealpi Carniche. L'Amariana, che sovrasta Tolmezzo, mostra evidenti i segni dell'orogenesi alpina ed i suoi strati, dalle geometrie così diversificate, testimoniano delle enormi spinte che, da decine di milioni di anni, costruiscono la catena alpina.

Il massiccio del Verzegnis, dagli strati quasi orizzontali, testimonia il passaggio dalle rocce del Triassico superiore a quelle del Giurassico, ed in queste ultime che si sviluppa l'attività di estrazione del "marmo rosso" (**Fig. 98**). Ecco lo spunto per il puntiglio del geologo: il termine "marmo" dal punto di vista geologico indica solo i calcari metamorfosati (ad esempio quello

den seitlichen Übergang von den Seichtwasserablagerungen in die deutlicher erkennbar aus dem Meer stammenden Ablagerungen des Forni-Dolomits. Wie im „Standbild" eines Films zeigen sie die Merkmale des Übergangs von der karbonatischen Hauptdolomit-Plattform auf deren Randablagerungen, den Hang mit seinen Schuttgängen bis hin zu den Sedimenten vom Beckenboden.
In diesem Becken lagerte sich wie bereits erwähnt der Forni-Dolomit ab, doch die Formation und auch die Ortschaft Preone (dort genau befindet sich der Aufschluss) sind aus einem anderen Grund weltweit berühmt. Hier finden sich unzählige Fossilien, insbesondere die ältesten bekannten „Flugsaurier" der Welt, aber auch zahlreiche Reste von Organismen, die äußerst selten im fossilen Zustand erhalten bleiben, wie Krustentiere. Die rekordverdächtigen Fossilienfunde in und um Preone betreffen vor allem Reptilien (Flug- und Landreptilien), Fische, Krustentiere und Pflanzen; aufgrund ihrer Vielfalt und Bedeutung gehört diese Pflanzen-Tier-Gesellschaft zu den wichtigsten weltweit (Tf. 96).
Der nördliche Talhang hält ebenfalls zahlreiche Überraschungen bereit. Von Forni di Sopra talabwärts fahrend trifft man auf das Massiv des Monte Bivera, der das Tagliamento-Tal vom Sauris-Becken trennt. Die Sukzession besteht aus Sedimenten, die lückenlos von der unteren bis in die mittlere Trias reichen, wobei sich die Ökosysteme von vor 250-220 Millionen Jahren in ihren Merkmalen änderten und mit ihnen das jeweils entstehende Gestein. Das Gestein ist oft spektakulär anzusehen und die farblichen Veränderungen erleichtern die Unterscheidung der einzelnen Formationen.
Das Gestein aus der mittleren Trias, insbesondere aus dem Ladinico, enthält interessante Zeugnisse ausgestorbener Lebensformen; hierzu zählen an erster Stelle die bekannten „Ammoniten", Kopffüßer (Weichtiere) mit einer spiralförmig gewundenen Schale. Am Clap di Val, wenig nördlich von Forni di Sotto, sind Exemplare zu finden, die sowohl aufgrund ihres ästhetischen Werts, als auch der stratigrafischen Bedeutung besonders interessant erscheinen (Tf. 94-95). Dank ihrer schnellen Evolution können Ammoniten für die zeitliche Einordnung von Gesteinen und die Bestimmung von Zeitintervallen mit einer Genauigkeit von bis zu einer halben Million Jahre verwendet werden: ein Lidschlag für Geologen!
In der Mitteltrias entwickeln sich auf dem Gebiet des heuten Karniens ebenfalls einige untermeerische Vulkansysteme, deren Effusionen heute von einem dunkelgrünem Gestein belegt werden, das beispielsweise im Lumiei-Tal zwischen Ampezzo und Sauris aufbricht.

di Carrara è un vero marmo), mentre i cavatori utilizzano questo nome per qualsiasi pietra "decorativa".

Non solo i rilievi documentano vicende di un lontano passato, ma il percorso stesso del Tagliamento ci propone interessanti riflessioni: un fiume scorre secondo direzioni precise, legate alla presenza di fratture, pieghe. Variazioni di percorso possono essere legate a fattori locali o alla presenza di "ostacoli". Diverso è il discorso per i tratti di pianura ove i fiumi possono "divagare più liberamente". Nel caso dell'alto Tagliamento vi sono diversi esempi di variazioni: la più evidente, a chiunque guardi una carta geografica, è l'ampia ansa disegnata a Sud di Ampezzo.

Al termine della glaciazioni würmiana grandi frane si staccavano dai fianchi delle montagne (che per decine di migliaia di anni avevano subito le spinte delle masse glaciali) causando sbarramenti ai corsi fluviali. Nel caso specifico la frana del Passo della Morte favorisce la formazione di un enorme lago che rimane attivo per alcune migliaia di anni: quando il Tagliamento riuscirà a sfondarne la soglia lo farà percorrendo una direttrice più a sud ed abbandonando così il vecchio alveo che passava nel pressi di Ampezzo. Grandi farne hanno sempre caratterizzato le aree montane, basti pensare a quella di Borta che, nel 1692 distrusse questo paese causando la morte di 53 persone.

Analogamente, a causa di sbarramenti glaciali, il Tagliamento anche presso Tolmezzo abbandona il vecchio percorso che scorreva lungo l'attuale Valle di Gavazzo: avveniva quindi all'altezza di Osoppo la confluenza con il Fella che si sposta poi più ad oriente, all'altezza di Amaro.

So erreichen wir das Ende des Tals, das sich bei Tolmezzo mit zwei gewaltigen Bollwerken öffnet: der Monte Amariana, als Trennschild zwischen dem Tagliamento- und dem Fella-Becken, und das Verzegnis-Massiv, dem östlichen Zipfel der Karnischen Voralpen. Der hinter Tolmezzo emporragende Amariana zeigt deutliche Spuren der alpidischen Orogenese und seine äußerst unterschiedlich geformten Schichten bezeugen die enormen Schubkräfte, sie seit zig Millionen Jahren die Alpenkette formen.
Das Verzegnis-Massiv mit seinen fast horizontal verlaufenden Lagen zeigt deutlich den Übergang vom Gestein aus der Obertrias zu den Schichten aus dem Jura, in denen der „rote Marmor" (Tf. 98) abgebaut wird.
Der Begriff „Marmor" ist aus geologischer Sicht nicht richtig, denn er bezieht sich eigentlich nur auf metamorphosierte Kalke (z.B. ist der Marmor von Carrara ein echter Marmor); die Hauer jedoch verwenden den Ausdruck für jeden beliebigen „Schmuckstein".
Nicht nur die Erhebungen dokumentieren Begebenheiten aus einer längst vergangenen Zeit, auch der Lauf des Tagliamento gibt uns Anlass zu interessanten Überlegungen. Flüsse folgen einem präzisen Verlauf, der an vorhandene Brüche und Falten gebunden ist. Änderungen sind von lokalen Faktoren bzw. eventuell vorhandenen „Hindernissen" abhängig. Anders verhält es sich in der Ebene, wo die Flüsse sich „frei ausbreiten" können. Im Oberlauf des Tagliamento gibt es verschiedene Änderungsbeispiele: bereits auf der geologischen Karte fällt die breite Flusswindung südlich von Ampezzo auf.
Am Ende der Würm-Eiszeiten lösten sich große Erdrutschmassen von den Bergflanken (sie waren über viele Tausend Jahre den Druckkräften der Gletschermassen ausgesetzt gewesen) und versperrten den Flussläufen ihren natürlichen Weg. Im speziellen Fall begünstigte der Erdrutsch am Passo della Morte die Entstehung eines riesigen Sees, der für einige Tausend Jahre bestehen bleibt; als es dem Tagliamento schließlich gelingt, eine Bresche zu schlagen, muss er dafür sein altes Flussbett nahe Ampezzo aufgeben und künftig etwas weiter südlich fließen. Große Erdrutsche haben seit jeher einen prägenden Einfluss auf Berggegenden; man denke nur an den Erdrutsch bei Borta, der im Jahr 1692 das Dorf zerstörte und 53 Personen mit in den Tod riss.
Ebenso verließ der Tagliamento aufgrund der versperrenden

ANDAR PER MINIERE: UN VIAGGIO NELLE MINIERE DELLA CARNIA

Le miniere hanno da sempre evocato emozioni contrastanti nell'animo umano: dalla paura del buio, alla curiosità dell'ignoto, al fascino della scoperta e queste emozioni sono state talora descritte da poeti come Ippolito Nievo che, nella raccolta "Canti del Friuli", dopo aver visitato una miniera di carbone in Carnia, probabilmente la miniera di Cludinico, scrive: "… *Fra tanto fremer di vita silenziosi si avviano i minatori al lavoro. Aperta nel sasso li inghiotte l'oscura bocca funebre; essi discendon lenti, curvi per l'antro malfido delle fumose lampade al rossigno bagliore…*". Ed è con questa miniera di carbone litantrace che ha inizio il viaggio nelle miniere della Carnia.

Giunti a Cludinico si può visitare il Museo che espone materiali legati all'attività estrattiva e che fa parte, assieme alle gallerie turistiche della Miniera Creta d'Oro (**Fig. 99**), di un riuscito recupero a fini culturali, didattici e turistici. Numerosi sono i lavori estrattivi nei dintorni del paese: Rio Malon, Rio Furioso, Creta d'Oro

99_ – *Galleria nella miniera di carbone di Cludinico*

Gletschermassen auch bei Tolmezzo seinen alten Lauf, der durch das heutige Gavazzo-Tal führte; die Mündung des Fella in den Tagliamento erfolgte daher bei Osoppo, dessen Verlauf bei Amaro sich weiter nach Osten verschiebt.

BERGWERKE BESUCHEN: EINE REISE IN DIE BERGWERKE KARNIENS

Bergwerke haben immer schon gegensätzliche Gefühle in den menschlichen Gemütern hervorgerufen. Gefühle wie Angst vor der Dunkelheit, Neugier vor dem Unbekannten, Reiz der Entdeckung wurden zuweilen von Dichtern wie Ippolito Nievo beschrieben, der seinen Eindrücke beispielsweise in der Sammlung „Lieder aus Friaul" zu Papier bringt, die nach einem Besuch in einem Kohlebergwerk in Karnien, vermutlich in Cludinico, entstand. Und mit diesem Steinkohle-Bergwerk möchten wir die Reise in die Bergwerke Karniens auch beginnen. In der Ortschaft Cludinico angekommen lädt, ein Museum mit Exponaten zur Abbautätigkeit zum Besuch ein; wie die Schaustollen des Bergwerks Creta d'Oro (Tf. 99) ist es Teil einer gelungenen Sanierung zu kulturellen, didaktischen und touristischen Zwecken. In der Umgebung der Ortschaft gibt es zahlreiche Abbaustellen: Rio Malon, Rio Furioso, Creta d'Oro und Conca Vareton, die unter dem Namen „Bergwerk Cludinico" zusammengefasst wurden. Der Brennstoff, eine Steinkohle mit mittlerem Heizwert, wurde aus Trias-Gestein gewonnen, das aus Kalken bestand, die sich in einem geschlossenen Meeresbecken vor einem Festland abgelagert hatten. Aufgrund seiner Minderwertigkeit konnte der Brennstoff lediglich in Werkstätten und Brennereien für die Produktion von Kalk und Beleuchtungsgas verwendet werden, nicht jedoch in der Schwerindustrie und für den Antrieb von Zügen. Die ersten Aufzeichnungen zur Nutzung stammen aus dem Jahr 1853. Damals begann die Società Veneta Montanistica mit dem Abbau, wenngleich die offizielle Einsetzung erst 1855 von statten ging; 1876 begannen die Arbeiten auch in Creta d'Oro. Diese erste Unternehmensperiode dauerte

100

101

100_*Gallerie di saggio minerario presso San Giorgio di Comeglians*

101_*Spalmature di minerale presso San Giorgio di Comeglians*

unter der Leitung des Ingenieurs Huster bis 1865 und es wurden rund 2.500 Tonnen Brennstoff abgebaut. Der Abbau wurde zeitweise immer wieder eingestellt und wieder aufgenommen; im Jahr 1947 erreichte das Bergwerk seine höchsten Erträge; die endgültige Stilllegung erfolgte im Jahr 1956. In den Stollen riecht es stark nach Schwefelwasserstoff, an der Oberfläche der Kohleflöze befinden sich Gipskristalle und andere Alterationsminerale. Weiter im Canal di Gorto Richtung Norden erreicht man San Giorgio di Comeglians (Tf. 100-101) mit einigen Stollen und Probeentnahmen für den Barytabbau, der jedoch in bescheidenem Umfang stattfand. Baryt, auch unter seinem Synonym Schwerspat und seiner chemischen Bezeichnung Bariumsulfat bekannt, wird hauptsächlich für die Produktion von Farben, Pulverlacken oder abwaschbaren Farben auf Wasserbasis verwendet. Erste Erwähnungen stammen aus dem Jahr 1869, als Torquato Taramelli ein Vorkommen von Kupfersulfat vermeldet; doch erst 1940 werden Suchtätigkeiten dokumentiert, die auch ältere Arbeiten aufzeigen; über diese sind zwar keine Informationen vorhanden, der Volksmund ordnet sie jedoch dem Mittelalter zu. Die bedeutendsten Probeentnahmen erfolgten am linken Hang des Rio da Rossa mit zwei Stollen (heute verschlossen) von 95 m bzw. 165 m Länge. Die Suche nach Blei-, Kupfer- und Zinnsulfaten war nicht von Erfolg gekrönt und man stieß vorwiegend auf Baryt mit Tetraedrit, Galenit, Pyrit und Fluorit. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang ein seltenes Mineral aus der Sulfatalteration: Cualstibit. Das vorhandene Baryt war aufgrund der Sulfatverunreinigungen von minderwertiger Qualität und der Abbau dauerten wurde nur bis 1951 fortgesetzt.

Wir passieren (zu Fuß) die Brücke über den Wildbach Degano und gelangen auf der Via Crucis zum Friedhof von San Giorgio di Comeglians; auf dem Weg befinden sich zahlreiche Erkundungsbohrungen mit deutlich blauen und grünen Einstrichen der Kupferkarbonate Azurit und Malachit. Links am Friedhof vorbei in den Wald gehend erreichen wir Felsmassen, die fast ausschließlich aus Baryt bestehen; ferner sind auch Einbuchtungen von Metallsulfaten nicht selten.

Wir verlassen Comeglians und folgen dem Wildbach Degano nach Forni Avoltri, dessen Stadtwappen zwei überkreuzte Hämmer zeigt, die sofort an das Bergwerksymbol erinnern; in der Tat befand sich hier die Silbermine mit der ältesten dokumentierten Geschichte der Region (778 n. Chr.), die sich mit vielen Auf und Ab bis

zum Ende des Zweiten Weltkriegs hinzog.
Die Mineralstollen verlaufen an den Hängen des Monte Avanza (Tf. 104), eines Karbonatmassivs aus dem Devon, und sind von Pierabech zu erreichen, wo sich auch der erste Hinweis auf Schmelzöfen befindet: der Altarsockel in der Nähe der Gebäude des heutigen Sommerlagers ist nichts anderes als die Beschickungsöffnung eines Schmelzofens, wie sie einst in dieser Gegend verwendet wurden.
Auf dem Forstweg zur Mine gelangt man nach Überquerung des Rio di Avanza nach Pestons, wo sich die verfallenen Überreste der Anlage zur Verarbeitung des Minerals befanden.
Das Tetraedrit, ein silberhaltiges Kupfersulfat, gelangte über eine 540 m lange Entladerutsche aus Holz bis hierher, wo es zertrümmert und gesiebt wurde, um anschließend zu Pulver zerkleinert und in den Schmelzöfen verarbeitet zu werden.
Etwas weiter oben durchquert man sehr instabile Zonen aus rotem Perm-Sandstein: den Grödner Sandstein. Es handelt sich hierbei um

e Conca Vareton che prendono complessivamente il nome di "miniera di Cludinico". Il combustibile, un litantrace dal mediocre potere calorico, era estratto dalle rocce triassiche che lo imprigionavano, rappresentate da calcari depositati in un bacino marino chiuso e prospiciente le terre emerse. A causa della scadente qualità, il combustibile ha potuto essere utilizzato solo in opifici, forni per la produzione di calce e di gas per illuminazione, ma non nell'industria metallurgica e nella trazione ferroviaria.

I primi dati documentati del suo sfruttamento risalgono al 1853 quando la Società Veneta Montanistica iniziò la coltivazione anche se l'investitura si ebbe solo nel 1855. Nel 1876 iniziarono i lavori anche nella Creta d'Oro. Questo primo periodo di attività durò, sotto la direzione dell'ing. Huster, fino al 1865 e si estrassero circa 2.500 tonnellate di combustibile. La coltivazione subì interruzioni e riprese, raggiungendo la massima produttività nel 1947 e la fine dello sfruttamento nel 1956. All'interno delle gallerie, dove si percepisce un forte odore di idrogeno solforato, si riscontrano sulla superficie degli strati di carbone cristalli di gesso ed altri minerali di alterazione.

Procedendo verso Nord, lungo il Canal di Gorto, si giunge a San Giorgio di Comeglians dove sono presenti gallerie e saggi minerari (**Fig. 100-101**) orientati ad una modesta attività estrattiva della barite: un solfato di bario utilizzato principalmente nella produzione di pitture, vernici in polvere e idropitture lavabili. Le prime notizie risalgono al 1869 quando Torquato Taramelli segnala la presenza di solfuri di rame, ma solamente nel 1940 si hanno notizie documentate di attività di ricerca che misero in luce antichi lavori.

Su questi ultimi non si hanno notizie anche se nella tradizione popolare vengono attribuiti al Medioevo. Le ricerche più importanti sono presenti nel versante sinistro del Rio da Rossa con due gallerie ora occluse, una lunga 95 m e la seconda lunga 165 m. La ricerca, orientata verso i solfuri di piombo, rame e stagno, non diede esito positivo e si incontrò prevalentemente barite con tetraedrite, galena, pirite e fluorite. Da segnalare un raro minerale di alterazione dei solfuri: la cualstibite. L'estrazione della barite, di cattiva qualità perché inquinata dai solfuri, continuò fino al 1951.

Attraversando a piedi il ponte sul Torrente Degano e salendo per la Via Crucis si raggiunge il cimitero di San Giorgio di Comeglians e lungo il percorso si possono osservare numerosi saggi minerari che evidenziano spalmature azzurre e verdi dei carbonati di rame azzurrite e malachite. Lasciando il cimitero sulla destra e inoltrandosi nel bosco si raggiungono masse rocciose costituite quasi esclusivamente di barite, ma non è raro trovare sacche di solfuri metallici.

102_*L'interno della galleria medioevale di Pramosio*

103_*L'ingresso della "Galleria Antica" nel Monte Avanza*

102

103

Abbandonando Comeglians e seguendo il Torrente Degano si giunge a Forni Avoltri il cui gonfalone riporta due martelli incrociati che evocano subito il simbolo di miniera; ed è, infatti, sotto la sua giurisdizione la miniera, d'argento, con la più antica storia documentata in Regione (risale al 778 d.C.), storia che si protrasse, con alterne vicende, fino alla fine della Seconda Guerra Mondiale.

Le gallerie minerarie si sviluppano alle pendici del massiccio carbonatico Devoniano del Monte Avanza (Fig. 104) e per raggiungerle bisogna partire da Pierabech, località ove si trova il primo indizio dei forni fusori: il basamento dell'altare che si può osservare nei pressi degli edifici dell'attuale colonia estiva, non è altro che una bocca di carico dei forni fusori, presenti in passato in quest'area.

Seguendo la pista forestale che porta alla miniera e attraversato il Rio di Avanza, si incontra la località Pestons con le rovine delle strutture di lavorazione del minerale. La tetraedrite, un solfuro di rame contenente argento, vi giungeva mediante uno scivolo scaricatore in legno

Grundablagerungen von kurzlebigen Wasserläufen, die diese Wüstenklima-Kontinentalablagerungen durchzogen. Nach dem Sandstein trifft man auf die Hochwipfel-Karbonformation aus leicht veränderlichen und brüchigen terrigenen Ablagerungen. In diesen Böden wurden die Stollen – fast ausnahmslos eingefallen – bis zu den mineralführenden Zonen im Kontaktbereich mit den Devonkalken angelegt. Schließlich gelangt man zu den ersten baulichen Maßnahmen der Società Monte Cocco s.r.l. aus dem Jahr 1992; es handelt sich um einen 596 m langen Stollen und andere Probebohrungen und Tunnel, die alle der Überprüfung einer möglichen, jedoch unwahrscheinlichen Wiederinbetriebnahme der Mine dienten. Auf dem Weg hinauf zur Bergwerkssiedlung trifft man auf den Stollen „Quintino Sella", der im Jahr von der Società Veneta Montanistica zusammen mit anderen Stollen wie „Errea", „Schieling", „Comello", „O'Conor", „Mulazzani" (Tf. 105) und „Biringaccio" angelegt wurde. Die Stolleneingänge sind nur noch

aufgrund des vorhandenen Mülls auszumachen. An den fast senkrechten Hängen des Monte Avanza (Tf. 103) sind die ältesten Tagebau-Spuren zu finden; viele andere wurden durch später durchgeführte Maßnahmen beseitigt. Der einzige Beweis für einen antiken Mineralabbau befindet sich am Aufstieg zur Cengia del Sole: auf der Karbonatwand kann man noch Spuren finden, die von dem Versuch zeugen, einen Stollen anzulegen, der jedoch aufgrund der Härte des (zudem sterilen) Gesteins fehlschlug. Die Grabungsart deutet auf ein Alter hin, das um das frühe Mittelalter liegt.
Ein weiterer Stollen von vermutlich größerem Interesse aufgrund der Datierung der Arbeiten, ist der vom Wissenschaftler Camillo Marinoni als „Galleria Antica" (Alter Stollen) bezeichnete Tunnel. Er befindet sich weiter westlich als alle anderen und ist weit von den modernen Abbaugebieten entfernt; er wurde auf einer Störung angelegt, die durch Bruch des gesamten Gesteins die Grabung erleichtert hat; von dieser wiederum gibt es keine brauchbaren Daten für die zeitliche Einordnung, da sie das Gestein nicht in Mitleidenschaft zog.
Einen schönen Anblick bietet der „Grüne Steinbruch", der seinen Namen der in Malachit, einem grün gefärbten Kupferkarbonat, veränderten Wand verdankt. In den Spalten dieses Steinbruchs kann man kleine und auch sehr seltene Mineralkristalle finden: Chalkophyllit (Kupferglimmer), Tirolit, Linarit, Cyanophyllit, Cinnabrit, Cerussit und die gängigeren Malachit und Azurit.

lungo 540 m, per essere sottoposto alla frantumazione (da qui il termine "pestons") e poi alla vagliatura, per essere ridotto in polvere e lavorato nei forni fusori. Continuando la salita si attraversano zone molto instabili di arenarie rosse permiane: le arenarie della Val Gardena. Esse presentano le impronte di fondo lasciate da corsi d'acqua effimeri che interessavano anticamente questi depositi continentali di clima desertico. Dopo le arenarie si incontra la formazione carbonifera dell'Hochwipfel costituita da depositi terrigeni friabili e facilmente alterabili. È in questi terreni che si sono scavate le gallerie, quasi tutte franate, per giungere alle zone mineralizzate poste al contatto con i calcari devonici. Si giunge poi ai primi lavori eseguiti nel 1992 dalla Società Monte Cocco s.r.l. con la realizzazione di una galleria lunga 596 m e di altri saggi e gallerie, tutte indagini volte alla verifica di una possibile, ma improbabile, riapertura della miniera.

Salendo verso il villaggio minerario si incontra la galleria Quintino Sella realizzata dalla Società Veneta Montanistica nel 1863 assieme ad altre gallerie quali la Errera, la Schieling, la Comello, la O' Conor, la Mulazzani (**Fig. 105**) e la Biringaccio. Gli ingressi delle gallerie si possono individuare solo dalla presenza dei materiali di discarica. Presso le pendici quasi verticali del Monte Avanza (**Fig. 103**) si intravvedono i più antichi lavori di scavo che venivano effettuati a giorno, mentre molti altri sono stati cancellati da interventi in epoca moderna.

L'unica testimonianza di un'antica attività estrattiva è visibile salendo la Cengia del Sole. Arrampicandosi sulla parete carbonatica è visibile il tentativo, fallito a causa della durezza della roccia peraltro sterile, di realizzare una galleria: la tipologia di scavo indica un'età basso medioevale.

Un'altra galleria che poteva presentare il maggiore interesse per la datazione dei lavori è la "Galleria antica" così definita dallo studioso Camillo Marinoni. Essa è la più occidentale di tutte, è lontana dagli scavi moderni ed è impostata su una faglia che fratturando tutta la roccia ha reso facile lo scavo che non intaccando

104_*Blocchi di roccia mineralizzata (azzurrite e malachite) alle pendici del Monte Avanza*

105_*L'ingresso della Galleria Mulazzani nel Monte Avanza*

104

Für die Fortführung der Route kehren wir nach San Giorgio di Comeglians zurück, fahren dann weiter Richtung Osten nach Paluzza und von dort aus auf einem langen Karrweg bis Casera Pramosio. Im 15. Jahrhundert war die Ortschaft Timau für den Abbau und die Verarbeitung von Silber bekannt, das aus dem weitläufigen Gebiet zwischen dem Plöckenpass und dem Blaustein stammte; dieser Berg verdankt seinen Namen der Veränderung der Kupfersulfate in ein azurblaues Karbonat, den Azurit.
Bei Casera Malpasso im Marmorsteinbruch „Grigio Carnico" befindet sich der einzige erhaltene und begehbare Stollen aus dem Mittelalter. Andere vorhandene Stollen der Gegend „dienten" im Ersten Weltkrieg, verloren ihren ursprünglichen Verwendungszweck und sind aufgrund der vorgenommenen Veränderungen nicht mehr wiederzuerkennen. Der mittelalterliche Stollen trägt im Gestein am Stolleneingang die Inschrift „Kung" und zeigt deutliche Anzeichen für die Abbautätigkeit mit Bohrer und Hammer sowie Feuersetzen; ein Hammer wurde im Inneren gefunden. Aufgrund ihrer historisch-archäologischen Bedeutung wurde die Miene unter den Schutz der „Soprintendenza Archeologica e per i Beni Ambientali, Architettonici, Artistici e Storici" (Bodendenkmalpflegeamt) der Region Friaul Julisch Venetien gestellt. Wie die Mineralisierungen am Monte Avanza betreffen auch diese den Übergang vom terrigenen Hochwipfel auf die Devon-Kalke und die enthaltenen Minerale sind Argentotetraedrit, Chalkopyrit (Kupferkies) mit Pyrit (Katzengold), Cuprit (Rotkupfererz), Azurit (Bergblau) und Malachit.
Majestätische Landschaftsbilder und Spuren der Befestigungslinien aus dem Ersten Weltkrieg findet man in der Nähe der Pramosio Alta-Hütte; neben dem wunderschönen See und der imposanten Steilwand des Blausteins kann man in den Geröllfeldern die aufgrund ihrer Färbung auffälligsten Mineralspuren sehen: Azurit und Malachit. Diese Minerale sind häufig in Schuttmassen in der Nähe von Militärstollen zu finden und es besteht daher der Verdacht, dass während des Kriegs bestehende Mineralstollen zweckentfremdet und „umgebaut" wurden.
Hier endet unsere Reise zu den wichtigsten Bergwerken Karniens und deren Landschaften, die uns Bilder mühe- und leidvoller Arbeitsbereiche und auch der Umweltbelastung bzw. –zerstörung vor Augen führen, die jedoch heute rehabilitiert sind, da unser Verantwortungsbewusstsein uns die Erhaltung und Wertschätzung dieser Zeugnisse unserer Vergangenheit auferlegt.

105

la roccia compatta non ha lasciato dati utili alla sua collocazione storica.

Splendida è la visione della "Cava verde" così definita perché la parete del Monte Avanza è alterata in malachite: un carbonato di rame dalla colorazione verde. In questa cava, nelle fratture, si possono raccogliere piccoli cristalli di minerali anche molto rari: calcofillite, tirolite, linarite, cianofillite, cinabro, cerussite e i più comuni malachite e azzurrite.

Continuando il nostro itinerario dobbiamo ritornare sui nostri passi quindi verso San Giorgio di Comeglians, poi dirigendosi verso Est si giunge a Paluzza e con una lunga carrareccia fino a Casera Pramosio.

Nel XV secolo l'abitato di Timau era noto per l'estrazione e la lavorazione dell'argento che proveniva da un'ampia area che si estendeva dal Passo di Monte Croce Carnico fino al Monte Avostanis il cui toponimo tedesco è Blaustein cioè roccia blu grazie all'alterazione dei solfuri di rame in un carbonato dal colore blu: la azzurrite. In località Casera Malpasso, presso la cava di marmo "grigio carnico", è percorribile l'unica galleria medioevale che si è conservata. Altre gallerie, che dovevano essere presenti nella zona, sono state riutilizzate durante la Prima Guerra Mondiale e hanno perso la loro originaria connotazione quindi non più identificabili.

La galleria medioevale presenta all'ingresso una scritta "Kung" incisa nella roccia e sono evidenti i segni dell'attività estrattiva che hanno fatto uso di punta e mazza ed abbattimento al fuoco; un martello dell'epoca è stato recuperato al suo interno.

Data l'importanza storico-archeologica la miniera è stata assoggettata a tutela da parte della Soprintendenza Archeologica e per i Beni Ambientali, Architettonici, Artistici e Storici del Friuli Venezia Giulia

Anche queste mineralizzazioni, come quelle del Monte Avanza, interessano il passaggio dall'Hochwipfel terrigeno ai calcari del Devoniano e i minerali presenti sono la tetraedrite argentifera, calcopirite con pirite, cuprite, azzurrite e malachite.

Per cogliere i maestosi aspetti paesaggistici e percorre le tracce delle linee fortificate della Prima Guerra Mondiale è consigliabile salire fino alla Casera di Pramosio Alta dove oltre allo splendido laghetto e all'imponente parete verticale del Monte Avostanis si potranno vedere nei ghiaioni le tracce dei minerali più evidenti per la loro colorazione: azzurrite e malachite. Spesso questi minerali si notano nel detrito presente in prossimità delle gallerie militari e sussiste quindi il sospetto che siano il risultato di ampliamenti realizzati per questi scopi.

Termina così il viaggio nelle principali miniere della Carnia, nei loro paesaggi, che evocano ambienti di lavoro associati a fatica, a sofferenza e a degrado ambientale, ma oggi riabilitati perché la nostra sensibilità ci impone di conservare e valorizzare le testimonianze del nostro passato.

Camminate lungo l’Alta Via Carnica, fra Italia e Austria

DALLA CASERA PORZEHÜTTE ALLO ZOLLNERSEE

Tra montagne di fuoco e sciabordio di acque

L’Austria meridionale, ovvero la regione carnica, non è soltanto crocevia dei tre paesi Carinzia, Friuli e Tirolo Orientale, con i rispettivi contesti culturali (germanico, slavo e romano), ma è anche punto d’incontro di diversi mondi geologici.

Guardando nel dettaglio le rocce, possiamo scoprire delle verità sorprendenti, alcune di poca importanza agli occhi di un dilettante. L’escursionista è affascinato dalla bellezza delle montagne e dimentica completamente di chiedere del Come? e del Perché?

Solo chi affronta queste domande e rischia inoltre uno sguardo indietro nel passato geologico, troverà delle risposte sorprendenti, lontane da ogni immaginazione. Un piccolo anticipo: quello che anticamente era in fondo al mare oggi costituisce le più alte creste di montagna, e ciò che si depositò come fango milioni di anni fa nella zona abissale degli oceani, oggi garantisce una presa sicura agli arrampicatori. Altrove, tutte le cime più alte di una stessa zona sono formate di roccia vulcanica. Non importa se si è geologi, arrampicatori o escursionisti: chi prende in mano un sasso nella regione carnica e lo osserva con occhio sapiente non solo diventa testimone di un altro mondo, ma forse comincia anche a vedere la propria vita in un contesto nuovo, considerando i milioni di anni passati dalla genesi di tale roccia.

L’Alta Via Carnica, anche nota come “Via della Pace” (HW 403) segue una parte del tracciato della Via Alpi Sud-

106_*Il Lago di Volaia (Wolayer) e il Monte Capolago (Seekopf, 2594 m)*

ZWISCHEN FEUERBERG UND WELLENSCHLAG-UNTERWEGS AM KARNISCHEN HÖHENWEG ZWISCHEN

PORZEHÜTTE UND ZOLLNERSEE

Im Süden Österreichs, konkret in der Karnischen Region, begegnen sich nicht nur drei Länder: Kärnten, Friaul und Osttirol mit drei Kulturkreisen, dem germanischen, dem slawischen und dem romanischen, hier treffen auch geologische Welten aufeinander.
Wer sich den Steinen im Detail widmet, wird erstaunliches nebeneinander finden. Manches mag dem Laien nicht auffallen. Der Wanderer wird von der Schönheit der Berge fasziniert und vergisst dabei ganz nach dem Wie? und Warum? zu fragen. Doch wer sich diesen Fragen stellt und zudem einen Blick zurück in die geologische Vergangenheit riskiert, wird überraschende, vorher nicht geahnte Antworten finden. Soviel sei vorweggenommen: Was einst zuunterst lag, bildet heute hohe Bergkämme, was einst als Schlamm in der Tiefsee abgelagert wurde, bietet heute Kletterern einen festen Griff; anderswo wiederum bestehen ganze Gipfelfluren aus vulkanischen Gesteinen.
Ob Geologe, Kletterer oder Bergwanderer, wer einen Stein in der Karnischen Region aufhebt und mit wissendem Auge betrachtet, wird nicht nur Zeuge einer anderen Welt, sondern mag, nicht zuletzt angesichts der hunderte von Millionen Jahren, die seit der Bildung des Gesteins vergangen sind, sein eigenes Leben in einem neuen Kontext sehen.

107_ *Kellerwand illuminato dalla luce del mattino*

Der Karnische Höhenweg oder „Friedensweg" (HW 403) als Teil des Südalpen-Wanderweges bzw. der Via Alpina (der vom Helm in Südtirol bis zum Plöckenpass reicht) führt den gesamten Karnischen Kamm entlang, der die Grenze zwischen Österreich und Italien bildet. Er ist von Sillian bis Arnoldstein über eine Luftlinie von 110 km rund 150 km lang und ist in 8 bis 11 Tagesetappen von jeweils 4 bis 6 Stunden Gehzeit zu bewältigen. Der alpinistisch interessante Abschnitt liegt zweifellos zwischen der Sillianer Hütte im Westen und der Zollnersee-Hütte im Osten, der etwa 85 km Wegstrecke misst bei ca. 60 km Luftlinie. Geologisch hochinteressant ist aber sowohl der Westabschnitt als auch der Ostteil zwischen dem Zollnersee und Arnoldstein.
Der Weitwanderweg führt durch ein landschaftlich überaus schönes und abwechslungsreiches Gebiet. Die Vielfalt der Landschaft beruht auf dem komplexen geologischen Aufbau der Karnischen Alpen. Deshalb wurde zwischen Sillian und dem Nassfeld entlang des Weges das Geotrail-Programm installiert, also geologische Lehrpfade eingerichtet. Mit Hilfe von Schautafeln wird, meistens im Bereich von Schutzhütten, in allgemein verständlicher Sprache die Geologie dieses Gebirges erklärt. Ebenso vielfältig wie die Beschaffenheit der Gesteine ist hier aber auch die alpine Tier- und Pflanzenwelt.

Leopold v. Buch: „…viele tausend Fuß hoch, von sonderbaren Anblicke,.."

Es ist dem großen und berühmten Naturforschers Leopold v. Buch (1774-1853) zu verdanken, dass die geologische Fachwelt auf die Karnischen Alpen aufmerksam wurde. Buch bereiste im Jahre 1824 die Karnischen Alpen und zeichnete auch die erste geologische Karte über dieses Gebiet mit dem Titel „*Das Gebirge zwischen Drau- und Gailthale in Kärnten*". Ganz besonders muss ihn dabei aber die Kellerwand (Tf. 107) westlich des Plöckenpasses beeindruckt haben. Er beschrieb sie als *„ungeheure Wand, viele tausend Fuß hoch, von sonderbaren Anblicke, durch unzählige, wenige Zoll hohe Schichten, von unten bis oben. Der Kalkstein ist dicht, rauchgrau, feinsplittrig, nicht Dolomit und ihm auch nicht ähnlich"*.
Die Publikation von Leopold von Buch war quasi der Auslöser für die seit dem kontinuierliche geologische Erforschung der Karnischen Alpen, mittlerweile gehören die paläozoischen Ablagerungen der Karnischen Region zu den klassischen Forschungsgebieten der Welt, weit über 1000 wissenschaftliche Veröffentlichungen zeugen davon. Wenn man vom Westen nach

Orientali (che si estende dal Monte Elmo nel Trentino-Alto Adige fino al Passo di Monte Croce Carnico) ovvero della Via Alpina (itinerario rosso) seguendo l'intero dorso della Catena Carnica a cavallo del confine tra l'Austria e l'Italia. Il percorso si sviluppa da Sillian ad Arnoldstein per una distanza aerea di 110 km e una lunghezza di ca. 150 km, ed è percorribile in 8-11 tappe giornaliere di 4-6 ore di cammino ciascuna. La parte alpinistica più interessante è senza dubbio quella tra la casera *Sillianer Hütte* a Ovest e la casera *Zollnersee-Hütte* ad Est percorrendo circa 85 km a piedi per una distanza in linea d'aria di circa 60 km. Molto interessante è la geologia sia del tratto ovest sia della parte orientale tra il lago Zollnersee e il comune di Arnoldstein.

La Via delle Alpi Sud-Orientali attraversa un paesaggio di grande bellezza e varietà naturale che origina nella complessa struttura geologica delle Alpi Carniche. Tra Sillian (in Carinzia) e Passo Pramollo è stato realizzato una rete di percorsi geologico-didattici (Programma Geotrail) dove delle tavole informative, poste spesso nelle vicinanze delle casere, illustrano con linguaggio comune la geologia di queste montagne. La varietà non si osserva soltanto nella struttura geologica delle rocce, ma anche nella fauna e flora ivi presente.

Leopold v. Buch: "…alta molte migliaia di piedi, di aspetto bizzarro…"

Grazie al grande e famoso naturalista Leopold v. Buch (1774-1853) il mondo dei geologi specialistici si è interessato alle Alpi Carniche. Nel 1824, Buch fece un viaggio nelle Alpi Carniche disegnando la prima carta geologica della zona, dal titolo "*La montagna tra le valli della Drava e della Gail in Carinzia*". Ma fu la parete rocciosa "*Kellerwand*" (**Fig. 107**), poco ad ovest dal Passo di Monte Croce Carnico, ad affascinarlo particolarmente. La descrisse come "*immensa parete, alta molte migliaia di piedi, di aspetto bizzarro per gli innumerevoli strati di minimo spessore, dal basso fino in cima. La roccia calcarea è densa, color grigio fumo, finemente scheggiosa, non dolomite e non assomigliante ad esso*".

La pubblicazione di Leopold von Buch fu praticamente la causa scatenante della continua ricerca geologica nelle Alpi Carniche fin d'allora; oggi, i depositi paleozoici di quest'area figurano tra le classiche zone di ricerca del mondo e le oltre 1000 pubblicazioni scientifiche ne sono testimoni.

Seguendo da Ovest a Est le singole casere della sezione Austriaca del Club Alpino, ci si rivela una visione avvincente dei mondi geologici primordiali.

Osten die Standorte einzelner Hütten der Alpenvereinssektion Austria betrachtet, so ergeben sich spannende Einblicke in die einstigen Welten der geologischen Vorzeit.

Porzehütte (1930 m) und Hochweißsteinhaus (1868 m)

Die Porzehütte (Tf. 108) steht auf grauen bis grünlichen Tonschiefern aus dem Ordovizium. Geologen rechnen diese feinkörnigen, heute leicht metamorphen Sedimente zur s.g. „Val Visdende-Formation", das sind Sedimente, die Ablagerungen von einstigen seichten Meeresküsten bis hin zum etwas tieferen Schelf darstellen. In weiteren sechs Stunden erreicht man das Hochweißsteinhaus, das ebenso auf diesen Ablagerungen steht.

Hier wurden in mühevoller Kleinarbeit die einstigen Zusammenhänge des über 460 Millionen Jahre zurückliegenden vulkanischen Geschehens rekonstruiert und die hier verbreiteten Gesteine diesem Geschehen zugeordnet.

Am Anfang des Ordoviz waren es Tone und Sande, gelegentlich auch Schotter, die in einem flachen Meer und wohl auch in Küstennähe niedersanken. Wir wissen dies nach den in diesen Gesteinen etwa am Rauchkofel, beim Wolayersee oder am Plöckenpaß und der Bischofalm eingeschlossenen Fossilien. Danach lebten in diesem flachen Meer Trilobiten, Armfüßer, Moostierchen, Schnecken u.s.w., die uns wertvolle Hinweise zur Rekonstruktion liefern. Zeitweise mischte sich in dieses Geschehen aber auch heftiger Vulkanismus und zwar sowohl in explosiver Form mit Glutwolkenabsätzen als auch in Form untermeerischer Lavenausflüsse. Solche Gesteine sind in vielen Gebieten Kärntens verbreitet, vor allem aber in den Karnischen Alpen westlich des Valentintals und des Plöckenpasses und auch hier in der Umgebung des Hochweisssteinhauses. Da es auch in anderen Gebieten der Ostalpen und im benachbarten Mittel- und Südeuropa zur gleichen Zeit

108_ *Porzehütte: vista da ovest verso est con Porzehütte al centro e I Monti Bärenbadeck (2431 m), Stollen (2370 m) e Kesselhöhe (2375 m) sullo sfondo*

intensiven Vulkanismus gab, sprechen wir von einem „Vulkankranz“. Dabei vermischten sich Kieselsäure-reiche mit Kieselsäure-arme vulkanische Auswurfsprodukte, also saure und basische Vulkanite, die hier auf engem Raum zusammen vorkommen. So am Gipfel des Hochalpl, der Weißsteinspitze und am Viehloch, aber auch zum Teil auf der wie eine Zacke in den Himmel ragenden Raudenspitze (2507 m). Lohnende Ausflusziele sind hier der Hochweißstein mit 2693 m Höhe oder der herausfordernde und beliebte Klettersteig auf den Monte Chiadenis auf 2490 m.

Wolayerseehütte (1960 m)

Nach 4 bis 6 Stunden Wanderung am Höhenweg erreichen wir die Wolayersee-Hütte (Tf. 111). Der 1960 m hoch gelegene See liegt im Herzen der Karnischen Alpen und nimmt jeden gefangen. Das Panorama hier könnte nicht schöner sein.Die majestätisch in den Himmel ragenden Berggipfel üben eine unvergleichliche Anziehungskraft aus und flössen einem zugleich Furcht ein: Im Südwesten der Seekopf (2554 m), im Osten die Seewarte (2595 m), und dann die Hohe Warte (2780 m) und im Nordosten der Rauchkofel (2460 m). Jeder für sich hat geologische Geschichte geschrieben und das seit 450 Millionen Jahren.
Tatsächlich begegnen sich am Wolayersee (Tf. 106) verschiedene “geologische Welten”: Uralte Kalkgesteine aus dem Erdaltertum, die ursprünglich im Flachmeer entstanden sind oder einst sogar ein Korallenriff mit einer reichen Tierwelt waren, liegen heute in enger Nachbarschaft mit roten Kalkschiefern und bunten Kalken, die der Lebensraum von Verwandten der Tintenfische waren und fernab jeder Küste im tiefen Meer abgelagert wurden. Sie bauen die Hänge des Rauchkofels auf. Hier finden sich zahlreiche Fossilien, in erster Linie die Geradhörner oder Orthoceren und Trilobiten. Auf der gegenüberliegenden Seite im Schutt der Hohen Warte und Seewarte kommen hingegen versteinerte Korallen, Seelilien, Muscheln und Schnecken besonders häufig vor.

Casera Porzehütte e casera Hochweißsteinhaus

La casera *Porzehütte* (**Fig. 108**) è stata costruita su scisti argillosi dell'Ordoviciano; il colore varia da grigio a verdastro. I geologi associano questi sedimenti di granulometria fine e oggi leggermente metamorfosate, alla cosiddetta "Formazione della Val Visdende", cioè a sedimenti che rappresentano depositi di antiche coste marine poco profonde fino alla piattaforma continentale un po' più bassa. Altre sei ore di cammino e si raggiunge la casera *Hochweißsteinhaus* sita sugli stessi sedimenti.

Con un lavoro di ricerca molto meticoloso, sono stati ricostruiti gli antichi collegamenti fra eventi vulcanici di oltre 460 milioni di anni fa e le rocce distribuite in questa zona.

All'inizio dell'Ordoviciano furono argille e sabbie, occasionalmente anche ghiaie a depositarsi sul fondo di un mare poco profondo e probabilmente anche vicino alla costa. Lo testimonia la presenza di fossili racchiusi in quelle rocce, specialmente sul Monte Fumo, presso il Lago di Volaia, sul Passo di Monte Croce Carnico e vicino alla Malga Bischofalm. Testimoniano come questi mari poco profondi fossero popolati da trilobiti, brachiopodi, briozoi, gasteropodi, ecc. che ci forniscono oggi preziosi indizi per la ricostruzione dei paleoambienti.

Gli eventi furono periodicamente influenzati da forte vulcanismo sia sotto forma esplosiva, con emissione di nubi ardenti, sia sotto forma di colate laviche sottomarine. Questi tipi di roccia sono diffusi in molte zone della Carinzia, soprattutto nelle Alpi Carniche ad ovest della Valle di Valentina e del Passo di Monte Croce Carnico, sempre nei pressi della casera *Hochweißsteinhaus*. Dato la contemporaneità di un intenso vulcanismo anche in altre zone delle Alpi Orientali e nella vicina Europa Centrale e Meridionale si parla del fenomeno di "corona vulcanica" con conseguente mescolamento dei prodotti eruttivi ricchi di acido silicico con quelli poveri dello stesso acido (quindi dei vulcaniti acidi e basici), che sono entrambi qui presenti su spazio molto limitato; p.es. sulla cima dei Monti Hochalpl, Weißsteinspitze e Cima della Varda, ma in parte anche sul Monte Fleons che si erge come una punta nel cielo. Meritano una gita in quest'area il Monte Peralba e l'impegnativa e molto frequentata ferrata sul Pic Chiadenis.

Pollen am Grunde des 14 m tiefen Wolayersees haben ein Alter zwischen 10.000 und 11.000 Jahren, was bedeutet, dass zu dieser Zeit das Eis der letzten Eiszeit, die als Würmeiszeitbezeichnet wird, bereits abgeschmolzen war und der See in der heutigen Form existiert haben muss. Der See selbst hat unterirdische Quellen, die mit dem Abfluss ungefähr im Gleichgewicht stehen. Seine Oberflächentemperatur übersteigt selten 14°.
Nach einem Ausflug auf einen der Gipfel in der Umgebung oder einer Klettertour in den Felswänden wandern wir weiter über das 2139 m hoch gelegene Valentintörl und steigen anschließend in das Valentintal zum Almgasthof Valentinalm auf 1220 m Höhe ab. Hier kann der Weitwanderer entweder eine Pause einlegen oder über das Plöckenhaus, das Angerbachtal und die Köderhöhe weiter in Richtung Zollnersee wandern. Das aber ist insgesamt eine 8 bis 9-stündige Wanderung.

Die Cellonrinne am Plöckenpass

Bevor der Wanderer aber die Plöckenstraße quert, um nach Osten weiterzuziehen, sollte er auf jeden Fall zuerst zum Plöckenpass aufsteigen und von hier in 20 Minuten Fußmarsch den unteren Teil der Lawinenrinne besuchen, die zwischen den beiden Gipfeln des Cellon zum Plöckenpass führt. Hier, auf rund 1500 m Seehöhe, gibt es ein MUST für Geologen aus nah und fern: Diese Rinne oberhalb des Plöckenpasses gilt als eine der Pilgerstätten für Geologen aus aller Welt. Die Gründe liegen in der leichten Erreichbarkeit, den ausgezeichneten Aufschlußverhältnissen, der geschlossenen Schichtfolge vom jüngeren Ordoviz bis an den Beginn des Devons und den in einigen Lagen besonders zahlreichen Fossilien.
Die erste Kenntnis über dieses Vorkommen verdanken wir Georg Geyer, dem späteren Direktor der Geologischen Reichsanstalt in Wien, der im Jahre 1893 in der Umgebung geologische Aufnahmsarbeiten durchführte und im folgenden Jahr darüber einen Bericht veröffentlichte. Zehn Jahre später, anläßlich des 9. Internationalen Geologenkongresses in Wien, besuchten 9 Teilnehmer aus verschiedenen Ländern unter Leitung des Entdeckers und seines Assistenten L. Waagen am Nachmittag des 1. September 1903 die Cellonrinne. Die ganze "Gesellschaft der Kongressisten" zeigte sich darüber wie auch über

109_ *Hochweißstein-Hütte (1867 m) e Weißsteinspitze (2479 m)*

110_ *Vista da Öffnerjoch verso la Valle di Fleons con Raudenspitze, Edigon e Steinwand sulla sinistra e il Monte Avanza a destra. Sullo sfondo Biegengebirge*

109

Wolayerseehütte

Dopo una camminata di 4-6 ore sull'Alta Via si raggiunge la casera Lago di Volaia. Il lago si trova ad un'altitudine di 1960 m nel cuore delle Alpi Carniche e affascina tutti i visitatori. Il panorama non potrebbe essere migliore. Le vette maestose che si ergono verso il cielo esercitano un gran fascino e fanno paura allo stesso tempo: il Monte Capolago a Sudovest, la Cima Lastrons del Lago ad Est, seguita dal Monte Coglians e dal Monte Fumo a Nordest. Ciascuna di quelle montagne ha una propria storia geologica, che dura da 450 milioni di anni.

In effetti, il Lago di Volaia (**Fig. 106**) è un punto d'incrocio di vari "mondi geologici". Le antichissime rocce calcaree che inizialmente si sono create in un mare basso durante l'era paleozoica o che erano delle scogliere coralline con una ricca fauna marina, oggi si trovano a stretto contatto con gli scisti calcarei rossi e i calcari colorati che erano l'habitat dei parenti dei calamari e che si sono depositati nel mare profondo, lontani da ogni costa. Essi costituiscono i pendii del Monte Fumo, dove si trovano numerosi fossili, soprattutto ortoceratidi e trilobiti. Sul versante opposto, nelle ghiaie del Monte Coglians e della Cima Lastrons del Lago, sono molto diffuse le testimonianze fossili di coralli, gigli di mare, bivalvi e gasteropodi.

Pollini ritrovati sul fondo del Lago di Volaia, a 14 m di profondità, hanno un'età tra i 10.000 e 11.000 anni; ciò significa

das folgende Exkursionsprogramm am Wolayersee und Naßfeld tief beeindruckt.
Der schon erwähnte Hans Rudolf v. Gaertner widmete sich ab 1926 ebenfalls diesem Profil und machte zahlreiche Neuentdeckungen von Fossilien, deren Kenntnis mit zur großen Berühmtheit dieser Stelle beitrug. Bis in die Gegenwart haben diese Arbeiten angehalten, so dass heute nicht nur unzählige Details über die meisten in den Gesteinen enthaltenen Fossilgruppen und damit das Gesteinsalter und ihre weltweiten Verbindungen bekannt sind, sondern auch die Verbreitung von Mikrofossilien, der Gesteinschemismus und die Ablagerungsbedingungen rekonstruiert werden konnten.
Das Studienobjekt wurde dabei zunehmend kleiner, es umfaßt derzeit bereits mm-dünne Abschnitte der Schichtfolge.
Von besonderem Interesse sind in der Lawinenrinne die Gesteine des Erdzeitalters Silurs, die hier über eine Strecke von rund 60 m so klar wie

110

che allora il ghiaccio dell'ultima glaciazione, chiamata Würmiana, si era già sciolto e il lago doveva già esistere nella sua forma odierna. Il lago è alimentato da sorgenti sotterranee il cui apporto idrico corrisponde all'incirca al deflusso. La temperatura sulla superficie del lago supera raramente i 14°C.

Dopo un giro su una delle cime nelle vicinanze o una scalata nelle pareti di roccia, il nostro cammino ci porta sulla sella di Valentin per poi discendere nella valle Valentin fino all'Almgasthof Valentinalm. Gli escursionisti possono fare una sosta qui oppure continuare il cammino verso la casera *Plöckenhaus*, la *Angerbachtal* e la *Köderhöhe* fino allo *Zollnersee*. Va ricordato però che l'escursione intera richiede da 8 a 9 ore.

Il canalone di valanga Cellonetta presso Passo di Monte Croce Carnico

Prima di attraversare la strada del Monte Croce Carnico per continuare in direzione Est, l'escursionista dovrebbe assolutamente salire al Passo di Monte Croce Carnico per visitare (20 minuti di cammino) la parte bassa del canalone di valanga che tra le due cime del Cellon porta al Passo di Monte Croce Carnico. Qui, a 1500 m sopra il livello del mare si trova una meta OBBLIGATORIA per i geologi di tutto il mondo: Il canalone al di sopra del Passo di Monte Croce Carnico è infatti una vera “meta di pellegrinaggio” per i geologi di tutto il mondo, per il facile raggiungimento, le eccellenti condizioni dell'affioramento roccioso, la successione stratigrafica completa dall'Ordoviciano superiore fino all'inizio del Devoniano e l'abbondanza di fossili in alcuni siti.

La prima segnalazione di questo giacimento risale al 1893, quando Georg Geyer, più tardi direttore dell'Istituto Nazionale Geologico dell'Impero Austro-Ungarico, eseguì alcuni rilevamenti geologici pubblicandoli l'anno

111_*Il Wolajersee, in basso; subito a monte si nota il Costone Lambertenghi*

successivo. Dieci anni dopo, in occasione del 9° Congresso Internazionale di geologia a Vienna, 9 partecipanti di vari paesi diretti dallo scopritore stesso e dal suo assistente L. Waagen visitarono, nel pomeriggio del 1 settembre 1903, il canalone della Cellonetta. L'intera "Società dei Congressisti" ne fu profondamente impressionata, come anche delle successive escursioni nella zona del Lago di Volaia e di Passo di Pramollo.

Dal 1926 Hans Rudolf v. Gärtner, si dedicò a questa successione con nuove e importanti scoperte paleontologiche che contribuirono ad accrescere la fama di questo sito. Gli studi proseguono, con il risultato che oggi conosciamo non solo molti dettagli sulla maggior parte dei gruppi fossili contenuti qui presenti, e quindi l'età di queste ultime e le loro correlazioni a livello mondiale, ma anche la diffusione di microfossili, il chimismo della roccia nonché le condizioni di deposito. L'oggetto delle ricerche divenne progressivamente più dettagliato: attualmente si analizzano sezioni dello spessore di pochi mm.

Di particolare interesse nel canalone di valanga sono le rocce dell'era Siluriana che qui affiorano per circa 60 metri e sono note come da nessun'altra parte in Europa. Pochi metri sotto la salita, giungendo dal Passo, inizia una serie di calcari, calcari arenacei e scisti di vari colori che costituiscono la base del Cellon. I fossili racchiusi nella roccia indicano che si sono depositati, strato dopo strato, durante un lasso di tempo di circa 50 milioni di anni (fra i 450 ed i 400 milioni di anni fa), in un mare poco profondo. Sovrapposti a questi strati e fino alla cima del Cellon, seguono calcari ancora più giovani.

Le singole sezioni rocciose portano diversi toponimi o nomi dei fossili quali scisti o calcari di Uggwa, Formazione di Plöcken al di sotto la salita e Calcari di Kok, Formazione del *Cardiola*, Calcari di *Alticola* e di *Megearella* al di sopra. Dopo la seconda scarpata seguono i calcari neri del Monte Fumo associati già all'inizio del Devoniano. La sequenza rocciosa in affioramento nel canalone oramai è considerata lo standard dell'evoluzione storica delle Alpi durante il Siluriano e i numeri disegnati su singoli strati rocciosi identificano delle campionature.

sonst nirgends in Europa vorkommen. Mit dem Beginn wenige Meter unter dem vom Pass kommenden Steig bilden verschieden gefärbte Kalke, Kalksandsteine und Schiefer die Unterlage des Cellons.
Die im Gestein eingeschlossenen Versteinerungen verraten uns, dass sie über einen Zeitraum von rund 50 Millionen Jahren Schicht um Schicht in einem flachen Meer abgelagert wurden. Dies begann vor rund 450 Millionen Jahren und endete bei etwa 400 Millionen Jahre. Noch jüngere Kalke folgen darüber und reichen bis zum Gipfel des Cellon.
Die einzelnen Gesteinsabschnitte haben verschiedene Orts- oder Fossiliennamen wie Uggwa-Schiefer, Uggwakalk und Plöcken Formation unter dem Steig und Kokkalk, Cardiola Formation, Alticola- und Megearellakalk über dem Steig.
Nach der zweiten Steilstufe folgt der schwarze Rauchkofelkalk, der bereits dem Beginn des Devons zugerechnet wird. Die in der Rinne aufgeschlossene Gesteinsabfolge gilt mittlerweile als Standard für die Entstehungsgeschichte der Alpen in der Zeit des Silurs. Auf einzelnen Gesteinsschichten aufgemalte Zahlen markieren Probenentnahmen.

Zollnersee-Hütte (1750 m)
Diese Hütte liegt auf einer Hochfläche, die im Wesentlichen aus Wasserstauenden Ablagerungen (Schiefern) besteht. So ist auch die Entstehung der Moore und des Zollnersee zu erklären. Der See hat mehrere kleine Zuflüsse vom Süden, die aus den breiten, von schwarzen Schiefern der Silur-Zeit [444 bis 416 Mio. Jahre] unterlagerten Sumpfmulden kommen. Die seichte Mulde, die vom See ausgefüllt wird, entstand vermutlich durch Toteis im unterlagernden Gestein, das zum einen aus Kieselsäure-reichen schwarzen Kieselschiefern und kompakten harten Lyditen besteht, zum anderen aus „weichen" Schiefern und Sandsteinen der Auernig-Formation aus der Karbonzeit [360 bis 299 Mio. Jahre].
Die schwarzen Schiefer enthalten besondere Fossilien, die als Graptolithen oder Schriftsteine bezeichnet werden. Es handelt sich dabei um die Abdrücke von Wohnkammern von koloniebildenden Tieren, die in den obersten Wasserschichten in den Urmeeren des Erdaltertums lebten. Wegen ihrer hohen Evolutionsraten eignen sie sich vorzüglich für die relative Altersbestimmung von Gesteinen aus dem Erdaltertum. Mit etwas Glück sind ihre weißen, aus einem Tonerdesilikat bestehenden Abdrücke

112_ *Il Lago Zollner (1766 m)*

auf dem schwarzen Schiefergestein zu finden. Sie sehen aus wie ein Laubsägeblatt oder als hätte man mit Schreibkreide auf einer Tontafel geschrieben. Deshalb werden sie auch als Schriftsteine bezeichnet. Diese Tiergruppe ist längst ausgestorben, ihre nächsten verwandten sind die heutigen Flügelkiemer.
Doch kommen wir zurück zum Zollnersee (Tf. 112): Im Sommer kann die Wassertemperatur des rund ein Hektar großen Sees mit einer maximalen Tiefe von 2,80 m kann auf 20° ansteigen, im Winter sind Eisdicken von einem Meter keine Seltenheit. Seine leicht gelbliche Färbung rührt von Eisenverbindungen her, die durch Wasser aus dem umgebenden Schiefern gelöst werden. Der Zollnersee ist reich an moos- und schlammbewohnenden Algen und an tierischem Plankton. Der Versuch, Fische auszusetzen, schlug über die Jahre fehl.
Auch von der Zollnersee-Hütte bieten sich mehrere Touren an: Eine führt über einen Klettersteig auf den Hohen Trieb, der 2199 m hoch ist, eine andere gibt sich bescheidener und führt um den See oder zu den mit beschrifteten Tafeln ausgewiesenen Geotrail, wo einem die Entstehungsgeschichte der hier verbreiteten Gesteine im Detail erklärt wird.
Wer es noch geruhsamer haben will, schaut den Käsemeister auf einer der benachbarten Almen beim Herstellen des weithin bekannten GailtalerAlmkäses zu.
Besonders Eilige halten sich nicht lange auf und marschieren zur 2 Stunden entfernten Straniger Alm auf, die ebenfalls Unterkünfte für die Weitwanderer bereit hält und schließlich weiter zum Naßfeld.

La casera Zollnersee-Hütte

La casera si trova su un altipiano costituito principalmente di depositi impermeabili (scisti) che spiegano anche lo sviluppo di torbiere e dello Zollnersee. Il lago possiede alcuni immissari meridionali provenienti dalle conche paludose site sopra gli scisti neri del Siluriano (da 444 a 416 milioni di anni). La leggera conca occupata dal lago è stata scavata dal ghiacciaio nella roccia sottostante, costituita in parte da radiolariti, ricche di silice, e liditi compatti e duri; dall'altra da scisti meno resistenti e dalle rocce arenacee della Formazione dell'Auernig risalenti al Carbonifero (da 360 a 299 milioni di anni).

Gli scisti neri racchiudono dei fossili molto particolari, chiamati graptoliti: si tratta delle impronte di teche che ospitavano organismi marini coloniali diffusi negli strati più alti degli antichi mari del Paleozoico. Grazie al loro alto tasso evolutivo, sono eccellenti strumenti per la datazione delle rocce paleozoiche (fossili guida). Con un po' di fortuna, le loro impronte bianche consistenti di un silicato argilloso, si possono scorgere sulla scistosa roccia nera. Assomigliano alla lama di una sega da traforo oppure al segno lasciato dal gesso sulla lavagna. Questo gruppo animale è estinto da molto tempo, i loro parenti più stretti sono gli attuali pterobranchi.

Ma torniamo allo Zollnersee (Fig. 112). È uno specchio d'acqua grande quasi un ettaro e con una profondità massima di 2,80 m. In estate, la temperatura dell'acqua può raggiungere i 20 °C, mentre in inverno non è raro che lo spessore del ghiaccio misuri un metro. Il colore leggermente giallognolo è dovuto alla presenza di composti di ferro che l'azione dell'acqua "stacca" dagli scisti circostanti. Il Lago di Zollner è ricco di alghe e zooplancton. Nel corso degli anni ogni tentativo di introduzione di specie ittiche è fallito.

La casera *Zollnersee-Hütte* è anche punto di partenza di vari percorsi: uno raggiunge attraverso una via ferrata la cima del Cuestalta; un altro percorso meno impegnativo porta intorno al lago o lungo il sentiero geologico-didattico (Geotrail) con le sue tavole che illustrano dettagliatamente la storia evolutiva delle rocce qui diffuse.

Chi non vuole faticare, può visitare una delle malghe nelle vicinanze, dove viene prodotto il famoso formaggio di malga della Valle del Gail.

I più frettolosi non si fermano a lungo e continuano la marcia fino alla malga *Straniger Alm* a due ore di distanza (offre anche alloggi per escursionisti di lunghe distanze) per poi raggiungere il Passo di Pramollo.

Rauchkofel 2.460 m
1¼ h 437/438
ÖAV Sektion Obergailtal-Lesachtal
Auf die Hohe Warte wahlweise über 2 Kletterrouten.
Weg der 26iger 427-1
Prunner – Kobanweg 427-2
ÖAV Sektion Obergailtal-Lesachtal
Alpine Erfahrung,
Trittsicherheit und
Schwindelfreiheit
erforderlich
Österreichischer Alpenverein
Obere Valentinalm 1 h 403
Untere Valentinalm 2 h 403
Plöckenhaus 2 ¼ h 403
ÖAV Sektion Austria

Musei

IL MUSEO GEOLOGICO DELLA CARNIA AD AMPEZZO

Il Museo Geologico della Carnia è nato nel 1996 dalla volontà della locale Comunità Montana di valorizzare il ricco e peculiare patrimonio geologico e paleontologico del territorio, unico in Italia e tra i più importanti d'Europa.

Recentemente rinnovato secondo criteri moderni e didattici, il Museo raccoglie rocce e fossili di notevole interesse scientifico, illustrati da un percorso esplicativo arricchito da postazioni multimediali e immagini, che permette di ripercorrere la storia del territorio carnico da 450 fino a 40 milioni di anni fa: dal mare del Siluriano fino alle scogliere del Devoniano, dalle foreste tropicali del Carbonifero ai mari del Triassico, sino a giungere all'Orogenesi Alpina.

Nel percorso ostensivo trovano spazio interessanti reperti fossili, dai coralli del Devoniano ai vegetali del Carbonifero, dalle Ammoniti del Ladinico ai gamberi del Norico, ma il reperto di maggiore significato è certamente l'esemplare di *Austriadactylus*, uno dei più antichi rettili volanti conosciuti al mondo!

Al nuovo percorso permanente, che rispetta i canoni dell'accessibilità universale ed è arricchito da video e postazioni multimediali interattive, si affiancano soprattutto nei mesi estivi mostre temporanee dedicate ai diversi aspetti della geologia. Il Museo è dotato di un laboratorio didattico, angoli di sperimentazione per ragazzi, un settore allestito con giochi per i più piccini e una fornita biblioteca scientifica.

Il Museo Geologico della Carnia di Ampezzo fa parte della rete museale CarniaMusei, che fornisce servizi di promozione, divulgazione e didattica museale.

113_*La fitta rete di sentieri geologici nel Geopark delle Alpi Carniche di Dellach*

DAS KARNISCHE MUSEUM FÜR GEOLOGIE IN AMPEZZO

Das Karnische Museum für Geologie wurde im Jahr 1996 von der lokalen Comunità Montana della Carnia (Verein der Berggemeinschaften Karniens) geöffnet. Hauptziel des Museum ist die Valorisierung des geologischen und paläontologischen Schatz dieses Gebiets, der ein der wichtigsten Europas ist.
Das Museum wurde später, im Jahr 2011, renoviert. In diesem nach modernen und didaktischen Kriterien eingerichteten Museum sind Steine und wissenschaftlich hochinteressante Fossilien gesammelt. Man findet eine Reihe von Informationstafeln, die Aufschluss über die Geschichte der Region Karnien vor 450 bis 40 Millionen Jahren geben: vom silurischen Meer zu den devonischen Riffen, von den Tropenwäldern der Steinkohlenzeit zu den triassischen Meeren und bis hin zur alpinen Gebirgsbildung.
Im Ausstellungsbereich kann man interessante Fossilien bewundern: von den Korallen des Devons bis zu fossilen Pflanzen des Karbons, von Ammoniten des Ladins bis zu den Krebsen des Nors. Der allerwichtigste Fund ist aber zweifellos der *Austriadactylus*, einer der ältesten Flugsaurier der Welt! Die neue Dauerausstellung

114_ *Il Museo Geologico della Carnia e, sopra, il settore espositivo*

sieht eine universale Zugänglichkeit für Blinde und Sehbehinderte mit interaktiven Videos und Multimedia Stationen vor. Daneben bietet das Museum bietet Sonderausstellungen, die mit verschiedenen Aspekten der Geologie verbunden sind. Das Museum ist mit einem pädagogischen Labor, mit Räumen für Experimente, einem Spielbereich für Kinder und einer Fachbibliothek ausgestattet. Das Karnische Museum für Geologie ist Mitglieder des Museumnetzwerk CarniaMusei, dessen Dienste vor allem Bewerbung, Verbreitung und Museumspädagogische Tätigkeiten sind.

DAS FRIAULER MUSEUM FÜR NATURKUNDE

Das Naturgeschichtliche Museum Friauls wurde zum Zwecke der Vermittlung wissenschaftlichen Gedankenguts eingerichtet und kann sich dabei auf ein einzigartiges Gebiet stützen: Italien besitzt europaweit die größte Biodiversität und innerhalb Italiens ist nirgendwo die Biodiversität größer als in der Region Friaul Julisch Venetien. Dieser Reichtum bezieht sich auch auf die geologische Vergangenheit.
Bereits 1866 gab es Bestrebungen, in Udine ein naturgeschichtliches zu gründen, doch erst im Jahr 1954 wurde die Einrichtung dem Publikum geöffnet und zeigte alle naturkundlichen Sammlungen, die verstreut in der Region vorhanden waren. Die Abteilungen mit rund 1 Million Exponaten umfassen Gesteins-, Mineralien- und Fossiliensammlungen (allein die Fossilien zählen über 80000 Exemplare) überwiegend lokaler Herkunft.
Besondere Bedeutung kommt den Mineraliensammlungen aus den Friauler Minen und der Stratigrafischen Sammlung „Gortani" mit der gesamten geologischen Abfolge der Friauler Alpen zu.
Die Paläontologische Sammlung Friauls ist aus wissenschaftlicher Sicht die wichtigste; ihren Reichtum hat sie unter anderem den geologischen Gegebenheiten zu verdanken, die das Friaul und insbesondere den karnischen

IL MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE

Il Museo Friulano di Storia Naturale è uno strumento per la veicolazione del pensiero scientifico e può vantare un territorio unico: l'Italia è la nazione con la maggiore biodiversità in Europa, e il Friuli Venezia Giulia è la regione con la maggiore biodiversità d'Italia. Questa ricchezza fa riferimento anche al passato geologico.

L'idea originaria della costituzione a Udine di un Museo di Storia Naturale risale al 1866 ma l'istituzione è stata aperta al pubblico solo nel 1954, riunendo fra l'altro tutte la collezioni naturalistiche disperse fra le varie realtà locali.

Le sezioni, ricche di un milione di esemplari, comprendono far l'altro collezioni di rocce, minerali e fossili (quest'ultime di oltre 80 mila esemplari) in gran parte di provenienza locale.

Di particolare rilevanza le collezioni di minerali provenienti dalle miniere friulane e la collezione stratigrafica Gortani che rappresenta tutta la sequenza geologica delle alpi friulane.

La collezione paleontologica friulana, la più importante sotto il profilo scientifico, è molto ricca, grazie anche alle condizioni geologiche del territorio friulano che ne fanno un'area di grande interesse, in particolare per quanto riguarda il settore carnico. Nella parte paleozoica, oltre alle raccolte relative all'Ordoviciano e al Siluriano, con fossili che consentono delle correlazioni con il bacino sardo e con quello boemo, è da segnalare la ricca collezione di "Felci" provenienti da due giacimenti carboniferi presenti nelle Alpi Carniche: Pramollo e Cason di Lanza. Si conservano, inoltre, i resti dei più antichi vertebrati scoperti in Italia: due denti di squalo del Carbonifero superiore.

La parte più importante dal punto di vista scientifico tuttavia è quella del Triassico superiore dal quale provengono i resti dei più antichi rettili volanti finora scoperti al mondo. Questi importantissimi fossili provengono dalle dolomie dell'alta valle del Tagliamento che hanno dato anche una ricchissima fauna a vertebrati quali rettili e pesci, oltre a crostacei e vegetali. Un altro giacimento importante, leggermente più antico, è quello di Fusea (Tolmezzo) che da oltre 10 anni è oggetto di scavi da parte del Museo. Da queste rocce provengono importanti resti di vertebrati tra i quali placodonti e notosauri. Resti di vertebrati provengono anche dalle rocce di Dogna e dal famoso giacimento di Raibl (cave del Predil). Da segnalare poi anche la ricca collezione di ammonoidi triassici.

Il Museo è attualmente chiuso al pubblico e verrà riallestito in una nuova sede appositamente ristrutturata ed ampliata.

Sektor zu einem äußerst interessanten Gebiet werden lassen.
Die paläozoische Abteilung bietet Sammlungen aus dem Ordovizium und dem Silur mit Fossilien, die Korrelationen mit dem Sardischen und dem Böhmischen Becken ermöglichen; daneben ist eine umfangreiche „Farn"-Sammlung aus zwei Kohlengruben der Karnischen Alpen vorhanden: Pramollo und Cason di Lanza. Ferner werden die in Italien entdeckten Überreste antiker Wirbeltiere aufbewahrt: zwei Hai-Zähne aus dem Oberkarbon.
Der aus wissenschaftlicher Sicht bedeutendste Teil ist jedoch die Obertrias, aus der die Überreste der weltweit bisher ältesten entdeckten Flugreptilien stammen. Diese enorm wichtigen Fossilien stammen aus dem Dolomit des oberen Tagliamento-Tals, in dem ebenfalls eine überreiche Vertebraten-Fauna aus Reptilien und Fischen, sowie Krustentiere und Pflanzen zu finden sind. Ein etwas älterer, ebenfalls wichtiger Steinbruch liegt bei Fusea (Tolmezzo); das Museum nutzt ihn seit über 10 Jahren für Grabungen. Aus diesem Gestein stammen bedeutende Reste von Wirbeltieren wie beispielsweise Placodontier (Pflasterzahnechsen) und Nothosauerier (Bastardechsen). Weitere Wirbeltierreste wurden im Gestein von Dogna und der berühmten Lagerstätte von Raibl (ital: Cave del Predil = Predil-Steinbrüche) gefunden. Des weiteren gibt es auch eine reiche Sammlung von Ammoniten aus der Trias.
Das Museum ist derzeit für die Öffentlichkeit geschlossen und wird in einem speziell hierfür renovierten und erweiterten Hauptsitz neu eingerichtet.

GEOPARK KARNISCHE ALPEN

Der fast 1000 km² große Geopark Karnische Alpen bildet den Ausgangspunkt einer abwechslungsreichen Reise in die Vergangenheit der Erde. Nirgendwo sonst finden sich auf einem so eng begrenzten und landschaftlich vielfältigen Raum so viele eindrucksvolle Zeugnisse längst vergangener Zeiten.
An über 70 Schauplätzen zwischen Feistritz im unteren Gailtal und Maria Luggau im Lesachtal werden einzelne Stationen der über hunderte Millionen Jahre währenden

IL GEOPARK KARNISCHE ALPEN E IL CENTRO VISITE DI DELLACH IN CARINZIA

I circa 1000 kmq del Geopark Karnische Alpen rappresentano il punto di partenza per un meraviglioso viaggio nella Storia della Terra. Non vi sono altre aree come la Catena Carnica dove si possano trovare documentazioni del passato così diversificate a distanze così ridotte.

Possono essere visitati oltre 70 punti di interesse fra I paesi di Feistritz nella Valle del Gail e Maria Luggau nella Valle del Lesach. In questi luoghi uno storia che copre oltre 500 milioni di anni torna alla luce attraverso sentieri geologici, punti panoramici e percorsi di collegamento. Gli escursionisti possono incontrare spettacolari cascate, forre nascoste, pareti strapiombanti, laghetti montani chiusi nel silenzio o i resti fossili di animali e piante del passato, persino tronchi silicizzati. L'area è stata interessata dalle orogenesi ercinica ed alpina che hanno portato ad un paesaggio dove rocce carbonatiche e silicee di varie età si trovano vicine.

Sin dall'inizio del 19° secolo quest'area è nota per le importanti rocce fossilifere del Paleozoico per la successione triassica delle Alpi della Gail, separate dall'importante linea Periadriatica che separa Alpi Meridionali e Settentrionali

Il Centro visite, collocate a Dellach al centro geografico del Geopark, è una struttura innovativa che riflette 500 milioni di anni di storia geologica di quest'are di enorme importanza. Pareti, soffitti e pavimenti sono decorati con immagini di rocce fossilifere dell'Ordoviciano, Siluriano e Devoniano. Vengono esposti campioni di rocce e fossili provenenti dalle montagne vicine, ma anche alcuni reperti archeologici romani rinvenuti nell'area e relativi ad antiche attività minerarie.

Oltre a depliant e altro materiale illustrativo, i visitatori hanno a disposizione postazioni video e computer touch-screen destinati ad avvicinare scolaresche e visitatori singoli al mondo della geologia. 5 Sentieri geologici permettono di esplorare i diversi paesaggi geologici del Geoparco delle Karnische Alpen.

Reise erlebbar. Der Wanderer trifft auf tosende Wasserfälle, geheimnisvolle Klammen, senkrechte Felswände, stille Bergseen, versteinerte Reste von Meerestieren und Abdrücke von Farnen und sogar Baumstämmen. Beides, steinkohlenzeitliche und alpidische Gebirgsbildung waren hier am Werk und schufen eine Landschaft, in der schiefrige und kalkige Gesteine aus verschiedenen Erdepochen unnatürlich nahe zusammenliegen.
Seit Beginn des 19. Jahrhunderts ist das Gebiet berühmt für seine fossilreichen Gesteinsabfolgen aus dem Erdaltertum in den Karnischen Alpen und die triassischen Folgen in den Gailtaler Alpen. Die zwei Gebirgszüge trennt die Periadriatische Naht, die Störung, die die Nord- von den Südalpen trennt. Das Besucherzentrum in der Gemeinde Dellach, der geografische Mittelpunkt des Geoparks, ist ein modern und innovative gestaltetes Besucher- und Informationszentrum. Es spiegelt die 500 Millionen Jahre Erdgeschichte der Region und das einzigartige geologische Erbes wider. Zudem wurde ein Design für die Verkleidung der Wände, Böden und Decken gewählt, das die stratigraphische Abfolge der fossilhältigen Gesteine vom Ordovizium über das Silur bis zum Devon reflektiert.
Auch wird das lokale fossile Erbe durch außergewöhnliche Beispiele fossiler Gesteine, gezeigt in Vitrinen und auf Podesten, dargestellt. Ausgestellte archäologische Objekte unterstreichen die Bergbauaktivitäten in diesem Gebiet.
Neben den üblichen Vermarktungs- und Werbeprodukten wie Folder, Broschüren, Karten etc., bietet das Besucherzentrum acht Touchscreens und eine Großraumleinwand. Sie zeigen Filme und Computeranimationen aufbereitet für die lokale Bevölkerung, Schulklassen und Touristen, die keine Vorbildung über erdwissenschaftliche Themen besitzen.
In Zusammenarbeitet mit Softwareexperten wurden fünf interactive Animationen entwickelt, die auch für Nicht-Experten leicht verständlich sind.
5 Geotrails führen im GeoPark Karnische Alpen zurück in die Vergangenheit der Erde. Der Geotrail-Wanderführer „GeoPark Karnische Alpen" bietet zusätzliche Informationen.

Geotrail Garnitzenklamm - Gigantische Kräfte am Werk
Die Garnitzenklamm ist als Naturdenkmal geschützt. Das Wasser hat sich tief in das Gestein eingeschnitten, es blank poliert und gewährt dadurch einen faszinierenden Einblick in das Innere der Berge und der Gesteine.
Aber das Wasser war nicht alleine am Werk. Viele Kräfte tragen zur Entstehung einer Klamm und einer Landschaft bei. Welche Kräfte wirken, und wie die Gesteine ihrerseits die Klammbildung mitbestimmen, zeigt der Geotrail Garnitzenklamm.
Geotrail Nassfeld – Entlang fossiler Meeresstrände Das Nassfeld lädt zur Erkundung der jüngeren Gesteine der Karnischen Alpen ein. Diese fossilreichen Gesteine wurden nach der ersten Gebirgsbildung, die vor rund 320 Millionen Jahren ablief, abgelagert. Das Besondere an der Fossilwelt am Nassfeld ist das gemeinsame und reichliche Vorkommen

von tierischen und pflanzlichen Fossilien, denn letztere sind ansonsten rar in den Karnischen Alpen.

Geotrail Zollner - Geheimnisse einer Landschaft

Kaum eine andere Almlandschaft in den Karnischen Alpen ist so schön und vielfältig wie die rund um die Zollner Höhe. Das Naturjuwel Zollner See, Feuchtgebiete, Moore, Schutthalden, sanfte Hügel und schroffe Berge sind das Ergebnis des Zusammenspiels von Gesteinen, Gebirgsbildungen, eiszeitlichen Gletschern, Klima, Verwitterung und menschlichen Tätigkeiten. Gleichzeitig liegt im Zollnergebiet eine der Schlüsselstellen zum Verständnis des geologischen Baus der Karnischen Alpen. Zwei Gesteine überliefern an einer Nahtstelle die gesamte Geschichte der imposanten Bergwelt an der Grenze zu Italien in gebündelter Form.

Geotrail Laas - Versteinerter Urwald - Lebendige Geologie

In Laas befindet sich ein Naturdenkmal höchsten Ranges: der versteinerte Baum von Laas, das größte Pflanzenfossil Österreichs.

Abgesehen von diesem geologischen Highlight lässt die Vielfalt der lokalen Gesteine eine spannende Geschichte erzählen. Es ist die Geschichte einer Dorfgemeinschaft, die sich nur entfalten konnte, weil ihr die geologischen Verhältnisse günstige Voraussetzungen boten.

Die geologischen Gegebenheiten lenkten die Entwicklung, den Wohlstand und die kulturelle Entfaltung des Dorfes. Sie sorgten aber auch für Rückschläge, Angst und Schrecken, wenn sie Naturgewalten wie Murenabgänge mitverantworteten.

Geotrail Wolayer See - Wandern auf Meeresgrund

Entlang des Geotrails am Wolayer See durchwandern Sie eine versteinerte Meereswelt, die hier ihre Spuren in Form von Korallen, Seelilien, urzeitlichen Tintenfischen und Krebsen in teilweise farbenprächtigen Gesteinen hinterlassen hat. Das Meer breitete sich im Wolayer See Gebiet vor rund 460 Millionen Jahren aus und bestand dort bis 320 Millionen Jahre vor heute.

Geotrail Gola Garnitzenklamm – Enormi forze al lavoro: La gola del Garnitzenklamm è un monumento naturale, scavato dall'acqua nella roccia, levigandola e creando panorami affascinanti. Non è solo l'acqua la protagonista di questa meraviglia della natura: il sentiero geologico della gola del Garnitzenklamm spiega le forze in gioco e come le rocce abbiano assunto l'aspetto attuale.

Geotrail Pramollo – Spiagge ricche di fossili: Nell'area di Pramollo affiorano, lungo diversi percorsi, le rocce del Paleozoico superiore, ricche di fossili e deposte al termine della prima orogenesi che ha interessato questo settore alpino, circa 320 milioni di anni fa.

L'area di Pramollo è particolarmente famosa proprio per la grande varietà di animali e vegetali fossili.

Geotrail Zollner – I misteri di un paesaggio: È difficile trovare nella Alpi Craniche paesaggi così belli è vari come quelli della zona attorno al monte Zollner. La bellezza dello Zollnersee, la presenza di torbiere, brughiere, depositi di detriti, colline arrotondate e cime aspre sono il risultato dell'intreccio fra le varie forze che modellano il paesaggio: i ghiacciai del Quaternario, il clima, le precipitazioni e l'attività umana. L'area dello Zollner è anche un punto chiave per la comprensione dell'evoluzione geologica delle Alpi Carniche. In un punto, lungo la fascia di confine, l'interfaccia fra due tipi diversi di roccia può raccontare l'intera storia della formazione di questa catena montuosa.

Geotrail Laas – Un'antica foresta pietrificata: Presso Laas si trova un importante monumento naturale, un tronco fossilizzato che è il più grande noto in Austria. Accanto a questo vi è l'interesse per la storia di questo villaggio che si è sviluppato grazie alle favorevoli condizioni geologiche, ma che ha saputo anche gli effetti di disastri naturali, in particolare alluvioni.

Geotrail Lago di Volaia – Camminando sul fondo del mare: Il percorso incentrato sul Wolayersee conduce attraverso antichi mari e le tracce che essi hanno lasciato sottoforma di fossili: coralli, crinoidi, molluschi, trilobiti.

Questo mare abbracciava gran parte dell'attuale Europa circa dai 460 ai 320 milioni di anni fa.

Bibliografia / Literatur

Bianco F., Bondesan A., Paronuzzi P., Zanetti M. & Zanferrari A. (a cura di), 2006 – Il Tagliamento. Universita di Udine, Cierre edizioni, Circolo Menocchio, 507 pp., Sommacampagna (Vr).

Carulli G.B. (a cura di), 2000 – Guida alle escursioni. Societa Geologica Italiana – 80° Riunione Estiva, Trieste, 6-8 settembre 2000. Ed. Universita di Trieste, 360 pp., Trieste.

Carulli G.B., 2006 – Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia, scala 1:150.000. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, 44 pp., 1 carta scala 1:150.000, Selca, Firenze.

Carulli G. B., Cozzi A., Longo Salvador G., Pernarcic E., Podda F. & Ponton M., 2000 – Geologia delle Prealpi Carniche (con carta geologica alla scala 1.50.000). Ed. Mus. Friul. St. Nat., pubbl. n. 44, pp. 48, Udine.

Cucchi, Finocchiaro & Muscio (a cura di), 2010 – Geositi del Friuli Venezia Giulia. Reg. Aut. Friuli Venezia Giulia, Dip.to Scienze Geol. Amb. e Marine Univ. Trieste, Museo Friulano Storia Naturale, xxxxx, Udine

Dalla Vecchia F.M. (2008) – Vertebrati fossili del Friuli. 450 milioni di anni di evoluzione. Ed. Mus. Friul. St. Nat., pubbl. 50, pp. 304, figg. 279, Udine.

Fritz A., Boersma M. & Krainer K., 1990 – Steinkohlenzeitliche Pflanzen fossilien auskarnten. Carinthia II, Sonderheft 49: 1-189, Klagenfurt.

Gortani M., 1920 – I bacini della But del Chiarsò e della Vinadia in Carnia. Geologia, morfologia, idrografia. Uff. Idrogr. R. Mag. Acque, pubbl 104: 71 pp, Venezia

Muscio G. (a cura di), 2003 – Glacies. L'eta dei ghiacci in Friuli – Ambienti, climi e vita negli ultimi 100.000 anni. Catalogo della Mostra, Ed. Mus. Friul. St. Nat., 165 pp., Udine.

Muscio G. (a cura di), 2008 – Il fenomeno carsico delle Alpi Carniche. Mem. Istit. Ital. di Spel., s. II, 15: 176 pp., Udine.

Ortner G., Tillian M. & Schönlaub H.P., 2011 – Geotrail Wanderführer. Faszination Geologie entlang von fünf Geotrails (Geotrail Hiking Guide. Fascinating geology along five Geotrails), 80 pp.

Pecile I. & Tubaro S., 2010 – Le guide dei Sentieri Natura: i sentieri della Rupe. Editrice CO.EL., 222 pp., Udine.

Ponton M., 2010 – Architettura delle Alpi Friulane (All.ti n 8 sezioni geologiche alla scala 1:100.000, n.1 carta geologica alla scala1:200.000). Mus. Friul. St. Nat., 52: 80 pp., Udine.

Schönlaub H.P., 1991 – Vom Urknall zum Gailtal – 500 Millionen Jahre Erdgeschichte in der Karnischen Region. Geol. B.-A., 169 pp., Hermagor

Selli R., 1963 – Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie occidentali. Giorn. Geol., s. 2, 30: 1-121, Bologna.

Società Geologica Italiana, 2002 – Alpi e Prealpi Carniche e Giulie. Guide Geologiche Regionali, Vol. 9 Itinerari, (coord. Vai G.B., Venturini C., Carulli G.B. & Zanferrari A.): 188 pp., BE-MA editrice, Milano.

Venturini C., 1983 – Il Paleozoico Carnico: le rocce, i fossili, gli ambienti. Una mostra del Museo Friulano di Storia Naturale di Udine per il Millenario della Citta. In Alto, 65 (1982): 39-41, Udine.

Venturini C., 1990 – Geologia delle Alpi Carniche centro orientali. Comune di Udine, Mus. Friul. St. Nat., 36: 222 pp., Udine.

Venturini C., 2006 – Evoluzione geologica delle Alpi Carniche. Carta geologica delle Alpi Carniche. 2 fogli 1:25.000, Ed. Mus. Friul. St. Nat., pubbl. 48, 220 pp., Udine.

Venturini C., 2010 – Si forma, si deforma, si modella. Per capire come il territorio si modifica nel tempo geologico. Museo Geologico della Carnia, Comunità Montana della Carnia, 176 pp.

Venturini C. (a cura di), 2011 – Alta valle del Bût (Alpi Carniche): una storia scandita dalle acque nel tempo. Secab, 299 pp., Paluzza.

Zucchini R., 1998 – Miniere e mineralizzazioni nella provincia di Udine, aspetti storici e mineralogici. Ed. Mus. Friul. St. Nat., pubbl. 40: 148 pp., Udine.

Indice
/ Inhaltsverzeichnis